

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Dětské vozítko pro handicapované děti s ručním pohonem

Baby Car for Handicapped Children with Hand Drive

Student: Bc. Petra Richterová
Vedoucí diplomové práce: Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Petra Richterová

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství

Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení

Téma: Dětské vozítko pro handicapované děti s ručním pohonem

Baby Car for Handicapped Children with Hand Drive

Zásady pro vypracování:

Navrhněte variantní řešení vozítka pro handicapované děti. Vozítko bude určené pro handicapované děti s postižením dolních končetin, proto navržené vozítko musí být poháněno a řízeno pomocí rukou.

Vypracujte:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného dětského vozítka se všemi nezbytnými výpočty.
2. Konstrukční návrh vybrané varianty vozítka.
3. Pevnostní kontrolu důležitých uzlů.
4. Detailní výrobní výkres vybrané součásti.

Práce by měla být v rozsahu min. 40 stran textu. Výkresová dokumentace by měla být v rozsahu formátu 2 x A0.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910. *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

BOHÁČEK, F. *Části a mechanismy strojů I - Spoje*. Brno: VUT Brno, 1987.

BOLEK, A. a kol. *Části strojů - svazek 1*. Praha: SNTL, 1990.

NĚMEC, J. a kol. *Pružnost a pevnost ve strojírenství*. Praha: SNTL, 1989.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.**

Datum zadání: 10. 11. 2009

Datum odevzdání: 21. 5. 2010



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: **Petra Richterová**

Adresa trvalého pobytu autora práce: **V. Jiříkovského 36, Ostrava-Dubina, 700 30**

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

RICHTEROVÁ, P. *Dětské vozítko pro handicapované děti s ručním pohonem: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2010, 58 s. Vedoucí práce: Učeň, O.

Diplomová práce se zabývá návrhem variantního řešení vozítka pro handicapované děti. Vozítko musí splňovat zadaná kritéria na pohon a řízení, protože je určeno pro děti s postižením dolních končetin.

Úvodní část obsahuje seznámení s problematikou a vysvětlení základních pojmů. Dále je provedena rešerše, zaměřena na historii, současnost a budoucnost. Následuje samotný návrh vlastní varianty řešení. Zvláště je věnována pozornost designu čtyřkolky s barevným dekorem. Taktéž jsou řešeny otázky ergonomických parametrů, varianty tvarového provedení a použité materiály. Ve vypracování se důkladně rozebírá popis konstrukce. Jsou zde i nezbytné pevnostní výpočty a shrnutí celé diplomové práce v závěru.

ANNOTATION OF THESIS

RICHTEROVÁ, P. *Baby Car for Handicapped Children with Hand Drive: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2010, 58 p. Thesis head: Učeň, O.

This thesis is dealing with variant solution project (design) of a Baby Car for Handicapped children. The Baby Car must satisfy stipulated criterions of the driving and steering gears because of its application by children with lower extremities' disablement.

The opening part comprises the acquaintance with problems and basic terms' explanation. Further, the research focused on known history, attendance as well on predicted future is performed. There follows the variant of the solution in question as that one. In particular the attention was paid to the design of the four-wheel car with its colour decoration. Likewise the questions of the ergonomic parameters, of the form solution's alternatives and materials applied find their completion. In the elaboration there is thoroughly analysed the description of the design. Also the essential strength calculations and the summary of the entire thesis are in its conclusion.

OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE

<i>Seznam použitých značek a symbolů</i>	9
<i>Cíle diplomové práce</i>	10
1. ÚVOD	11
1.1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU	11
1.2 ZÁKLADNÍ FAKTA O DĚTSKE MOZKOVÉ OBRNĚ	12
1.3 ZÁKLADNÍ POJMY	13
2. REŠERŠE	14
2.1 ODRÁŽEDLA	15
2.2 TŘÍKOLKY	16
2.3 ČTYŘKOLKY	18
2.4 SPECIÁLNÍ VOZÍTKA	20
2.5 HANDBIKE	22
2.6 BUDOUCNOST PRO TĚLESNĚ POSTIŽENÉ DĚTI	26
3. NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ	27
3.1 KRESBY A 3D NÁVRHY	28
4. VYPRACOVÁNÍ	31
4.1 ERGONOMICKÉ HLEDISKO	32
4.2 DESIGN A BAREVNÉ PROVEDENÍ, POUŽITÉ MATERIÁLY	33
4.3 POPIS KONSTRUKCE	35
4.3.1 Tělo vozítka	35
4.3.2 Nátáčení koleček	37
4.3.3 Pohon zadní nápravy	38
4.3.4 Brzdění zadních koleček	39
4.3.5 Kloubová hlava KBR(L)M	40
4.3.6 Kluzné pouzdro GSM - iglidur G	41
4.3.7 Kola TPA	42
4.3.8 Vnitřní konstrukce	43

5. KONTROLNÍ VÝPOČTY	45
5.1 VÝPOČET SÍLY ODPORŮ VALENÍ PŘI JÍZDĚ	45
5.2 VÝPOČET SÍLY PŮSOBÍCÍ TLAK V KLOUBOVÉ HLAVĚ	46
5.3 VÝPOČET ŽIVOTNOSTI KLOUBOVÉ HLAVY	47
5.4 VÝPOČET BRZDY	48
5.5 VÝPOČET ZATÍŽENÍ TĚLA VOZÍTKA	49
5.6 VÝPOČET LEVÉ SKOŘEPINY	53
5.7 ZÁVĚREČNÉ SHRnutí VÝPOČTŮ	54
6. VIZUALIZACE	55
7. ZÁVĚR	56
8. POUŽITÉ MATERIÁLY	57

Seznam použitých značek a symbolů

D	průměr kolečka	[mm]
E_k	kinetická energie	[J]
F	síla	[N]
F_o	odporová síla	[N]
F_x	síla působící tlak v kloubové hlavě	[N]
$G_{dítě}$	hmotnost dítěte	[kg]
$G_{vozítko}$	hmotnost vozítka	[kg]
M_B	brzdny moment	[N.m]
a, b	délky stran	[mm]
f	valivý odpor	[1]
g	tíhové zrychlení	[m.s ⁻²]
m	hmotnost	[kg]
$m_{dítě}$	hmotnost dítěte	[kg]
$m_{vozítko}$	hmotnost vozítka	[kg]
v	rychlost	[m.s ⁻¹]
α	úhel svahu	[°]

Cíle diplomové práce

Cílem mé diplomové práce je:

- Ⓔ obeznámit se s tematikou tělesně postižených dětí
- Ⓔ zpracovat rešerši z oblasti dětských vozítek
- Ⓔ navrhnout variantní řešení vozítka pro handicapované děti s postižením dolních končetin - navržené vozítko musí být poháněno a řízeno pomocí rukou
- Ⓔ vypracovat technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného dětského vozítka se všemi nezbytnými výpočty
- Ⓔ vypracovat konstrukční návrh vybrané varianty vozítka
- Ⓔ provést pevnostní kontrolu důležitých uzlů
- Ⓔ vypracovat detailní výrobní výkres vybrané součásti
- Ⓔ práce by měla být v rozsahu min. 40 stran textu
- Ⓔ výkresová dokumentace by měla být v rozsahu formátu 2 x A0

1. ÚVOD

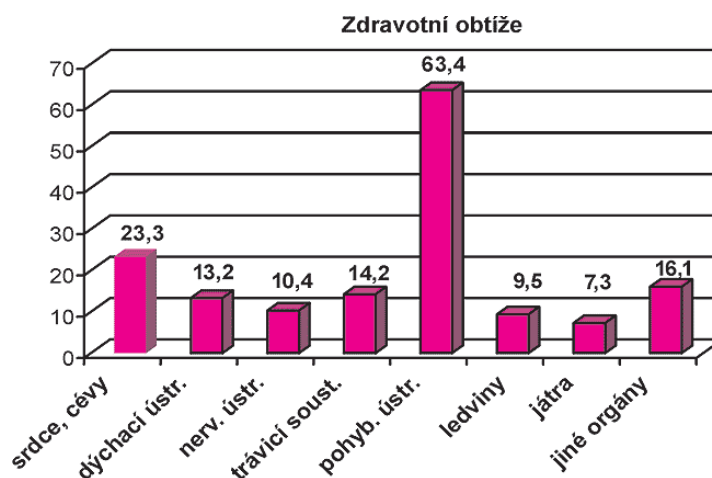
1.1 Seznámení s problematikou



Každé dítě se do tohoto světa rodí jako jedinečná, neopakovatelná osobnost. Vyrůstá pod dohledem svých blízkých, kteří ho provázejí životem, předávají mu své zkušenosti a snaží se ho vychovat co možná nejlépe. Člověk si postupem času vytváří své vlastní priority a buduje si životní plány, touhy a postupně se jich snaží dosáhnout.

Pokud se však na jeho cestě již v raném dětství objeví krutá překážka v podobě vážné nemoci, jeho život se okamžitě ubírá jiným směrem. Rodič je postaven před otázku: „Co dál? Jak se vyrovnat s touto životní situací?“ Je velmi důležité být v tuto chvíli obklopen tolerantním okolím, plným pochopením, podporou a láskou nejbližších a díky všem těmto aspektům najít sílu jít dál.

Pod vlivem porevolučních změn v České republice se v našem životě stále více setkáváme s osobami s různými druhy a stupni postižení. V dřívějších dobách bylo o tyto jedince pečováno v ústavech, žili v určité uzavřené komunitě, jiní se snažili své postižení skrýt nebo se setkávali se společenským nepochopením. Díky Listině práv a svobod, pochopení a entuziasmu jedinců, jež projevíli zájem o prosazení plnohodnotného života postižených, se stali součástí našeho života.



Graf. 1 Zdravotní obtíže [1]

1.2 Základní fakta o dětské mozkové obrně

V současné době je nejčastější příčinou poruchy pohybového ústrojí u dětí právě dětská mozková obrna, proto jsem se toto závažné onemocnění rozhodla více přiblížit.

Dětská mozková obrna je nenakažlivá porucha hybnosti, která má základ v poškození mozku. Jde o chorobu, která vzniká již v dětství nebo se v tomto období zjistí. Rodič jako takový si této poruchy všimne teprve tehdy, když je pohybový vývoj dítěte opožděn nebo se začne opožďovat. To bývá velmi často po zhruba prvním půlroce života.

Tato choroba vzniká po určitém poškození mozku. Můžeme se setkat se třemi obdobími, kdy může vzniknout:

- ☉ v těhotenství
- ☉ při porodu
- ☉ v prvních letech života dítěte

Velmi často se k ní přidávají i jiné vady, jako jsou např. snížení inteligence, smyslové vady a v mnoha případech epilepsie. U takového dítěte je pak opožděn vývoj nejen pohybu, ale také psychiky. Je třeba říci, že existují různé formy dětské mozkové obrny:

- ☉ diparetická forma
- ☉ hemiparetická forma
- ☉ kvadraparetická forma

Právě diparetická forma zapříčiňuje symetrické postižení obou dolních končetin, jejich slabší vyvinutí nebo svalovou hypertonií. Jednotlivé formy dětské mozkové obrny se často mezi sebou kombinují. Pak hovoříme o smíšených formách. Jsou časté deformity nohou. Mezi nejčastější patří koňská noha, kdy je pata tažena vzhůru a noha stojí na špičce.

Dětská mozková obrna je choroba, která se nedá vyléčit. Dá se však pomocí léčby dosáhnout zlepšení podmínek a životních možností dítěte, což většinou příznivě ovlivňuje kvalitu jeho života. Lékařské pokroky posledních let a hlavně pokroky v léčbě postižených vedly k tomu, že dnes již mnozí z těch, kteří byli včas a správně léčeni, mohou vést téměř normální život.

1.3 Základní pojmy

Zdravotně postižení



- jedinci, u nichž v důsledku somatického poškození a porušení funkcí dochází ke snížení některých jejich schopností a výkonnosti a následně i k jejich znevýhodnění (handicapu)
- lidé s postižením většinou nejsou „nemocní“, není tedy třeba je léčit, není třeba je litovat, ale pochopit a uznat, že mají své kvality, jsou pro společnost přínosem a postačí, když jim společnost vytvoří takové podmínky, aby mohli své kvality dokázat
- postižení znamená v podstatě dlouhodobou změnu zdravotního stavu (pracovní schopnosti), která je nevratná

Vada (porucha), impairment

- jakákoli ztráta nebo abnormalita psychické, fyziologické nebo anatomické struktury či funkce
- výraz choroby (vady), úrazu na úrovni struktury nebo funkce orgánu
- nemusí být vnímána

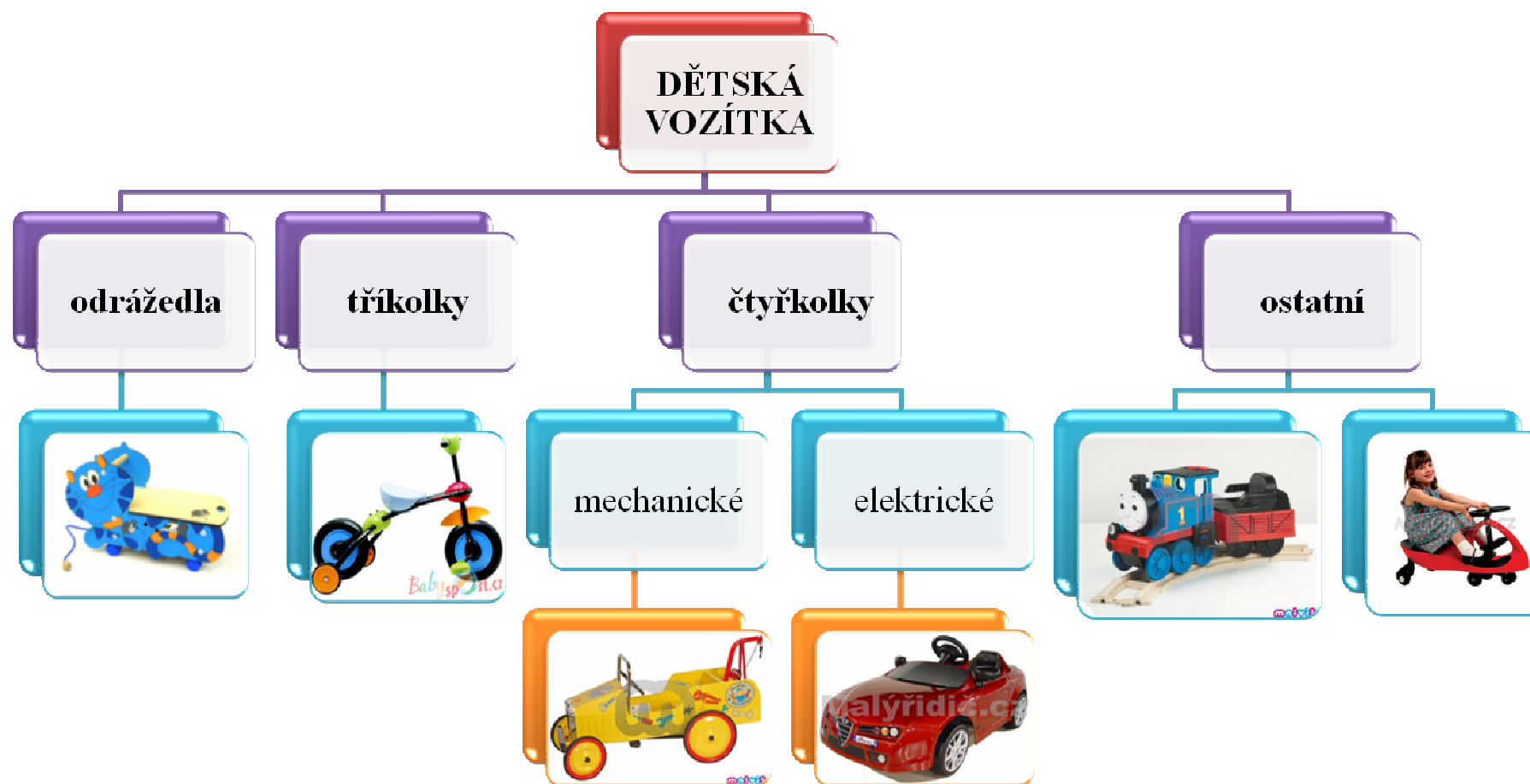
Postižení (neschopnost), disability

- jakékoli omezení nebo nedostatek schopnosti (jako důsledek poruchy) jednat či vykonat činnost způsobem nebo v rozsahu považovaném pro člověka za normální
- morfologické a funkční následky poruchy omezují člověka (není dostatečně schopen vykonávat nějakou činnost), vyžadují určitou změnu (adaptaci) pohybových aktivit

Handicap

- znevýhodnění určitého jedince, vyplývající z jeho poruchy či postižení, které pak omezuje nebo zabraňuje splnění určité normální role, která se od tohoto jedince očekává (v souvislosti s věkem, pohlavím, sociálními a kulturními hledisky)
- projekce obtíží do společenského prostředí, sociální dimenze problému, rozpor mezi očekáváním a stavem, výkonností, vyplývá z poruchy nebo disability

2. REŠERŠE



Obr. 1 Schéma rozdělení dětských vozítek

Pro každé dítě v procesu dospívání je k rozvoji jeho myšlení nezbytné, aby se v určitém věku začalo samo pohybovat a mohlo tak naplnit svou přirozenou potřebu poznávat. Dítěti, které se narodí s postižením dolních končetin, musí být k jeho duševnímu rozvoji proto umožněn samostatný pohyb ihned, jakmile o to projeví zájem.

2.1 Odrážedla

Dětská odrážedla jsou vhodná pro nejmenší děti už od jednoho roku života. Jsou jednoduše ovladatelná a umožňují rozvíjení koordinace zábavnou formou. Některá z nich jsou vybavena úložnými prostory pro hračky a otvory pro vhazování různých tvarů kostek.



Obr. 2 Baghera Booxi [2]



Obr. 3 Baghera Pompier [2]

Materiály, ze kterých jsou odrážedla vyrobená jsou zdravotně nezávadné a snadno udržovatelné. V současnosti jsou populární jak retro autíčka, tak stylová dřevěná vozítka ve tvaru zvířátek, která nikdy nepodlehnu proudy času.



Obr. 4 Odrážedlo Zebra [3]



Obr. 5 Odrážedlo Myška [4]



Obr. 6 Baghera Stream Line [2]



Obr. 7 Odrážedlo Tygr [2]

2.2 Tříkolky

Tříkolka je většinou prvním šlapadlem, se kterým se dítě ve svém životě seznámí. Naučí se na ní koordinovat pohyby, zlepšit si obratnost a posílí nohy. Tříkolky jsou vhodné pro děti od dvou do čtyř let.

Na trhu se můžeme setkat s různými druhy tříkolek. Prvním typem je tříkolka poháněná šlapadly, která jsou umístěna na předním kole, dalším je klasický model s řetězem.



Obr. 8 Tříkolka Chipolino [5]



Obr. 9 Tříkolka Veverka DT6 [6]

Tříkolka Chipolino a Veverka TD6 jsou příkladem šlapacího vozítka, pro nejmenší. Mají krásný dětský design, jsou vybaveny zvukovými signalizacemi a úložnými prostory. Nelze pominout ani bezpečnostní prvky v podobě tří-bodového pásu a zábran proti vypadnutí ze sedátka. Kladně hodnotím i nášlapy na nohy a vodící tyč v kombinaci se sluneční clonou.

Ostatní tříkolky působí velmi stylově a sportovně, mají pevnou konstrukci a jsou opatřeny brzdou. Opět nechybí úložné prostory a u Grapi Primus a OKO ani bezpečnostní pásy. Tříkolka OKO má řetězový pohon a brzdu přímo na řídítkách.



Obr. 10 Grapi Primus [7]



Obr. 11 Tříkolka OKO [8]



Obr. 12 Italtrike Super Lucy [2]



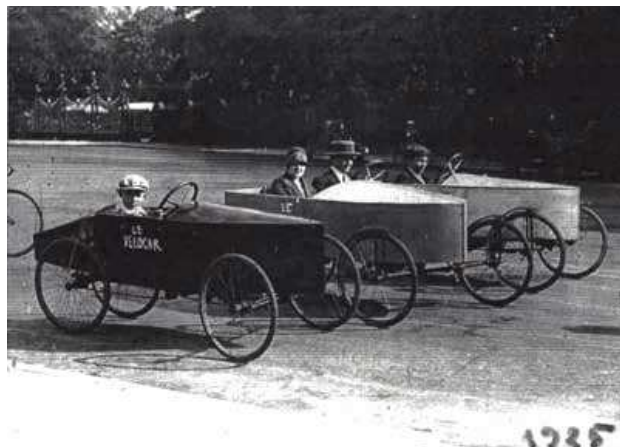
Obr. 13 Tříkolka, replika 1936 [9]

2.3 Čtyřkolky

Čtyřkolky v podobě šlapacích autíček mají dlouhou historii, jak je patrné z dobových fotografií. Už tehdy se děti i dospělí proháněli ve stylových autíčkách a lehocipedech. Na svou dobu to byly velmi převratné a nadčasové vynálezy.



Obr. 14 Historické šlapací autíčko [10]



Obr. 15 Dobová fotografie lehocipedů [11]

Není divu, že současný dětský průmysl na výrobu šlapacích autíček nezanevřel a dnes nám nabízí širokou škálu tvarů, barev a typů těchto vozítek.

Šlapací autíčka však prošla od doby našich babiček značnou inovací. Mají nastavitelná sedátka, ocelový podvozek, gumová kola a nastavitelné pedály. Vyrábějí se jako věrné kopie veteránů a moderních aut, a to za pomoci inženýrů a designérů věhlasných automobilek.



Obr. 16 Model T Roadster [9]



Obr. 17 Stíhačka [9]

Šlapací vozítka mají jednoduchou konstrukci a jsou lehce ovladatelná, proto jsou mezi dětmi značně oblíbená. Pohon je zajištěn buď pedály umístěnými na přední nápravě nebo šlapáním přes řetěz. Výrobci nezůstali jen u autíček, k dostání jsou i repliky letadel a dokonce zemědělské techniky.



Obr. 18 BMW Z4 Roadster [2]



Obr. 19 Peugeot 107 [12]



Obr. 20 Šlapací bagr [2]



Obr. 21 Traktor John Deere [2]

Takováto hračka udělá z dítěte malého motoristu, který se na dopravním hřišti nebude muset stydět. Rozvíjí v něm také zodpovědnost za své vozítko a v případě terénních traktorů s valníčkem také ochotu pomáhat rodičům na zahrádce.

Šlapací autíčka máme samozřejmě i na elektrický pohon, ale těmito se ve své rešerši nezajímám z důvodu zadání týkajícího se pouze mechanického pohonu.

Je třeba zmínit, že k výše uvedeným vozítkům je k dostání i pestrá škála příslušenství, od přileb, loketních chráničů, po ozdobné praporky, samolepky a přípojné vozíčky.

2.4 Speciální vozítka

Vozítko Sibis Max společnosti Sirch je kombinací tradičního designu s moderními tvarovými trendy. Základ tvoří rám z jasanového dřeva ohýbaného v páře. Jeho linie je čistá, hladká, s jemným profilem.

Vozítko se pyšní mnoha cenami, např. New Talent Prize - Swiss Furniture Trade 1995, LBS Design Prize, Stuttgart 1994, The "Space & Objects" Design Prize, Düsseldorf 1996.



Obr. 22 Stavebnice Kiditec® Multicar [13]

Kiditec® Multicar je unikátní nadčasová stavebnice nového konceptu. Je z ní možné postavit jak jednoduché modely robotů a zvířátek, tak plně funkční chodítko, dvoukolový vozík, kočárek pro panenky, auto a samozřejmě perfektní odrážedlo.

Stavebnice byla oceněna na veletrhu Kind + Jugend v Kolíně nad Rýnem cenou Innovation Award 2009 v kategorii dětské hračky.



Obr. 23 Stavebnice Kiditec® Multicar [14]

Velmi převratným vynálezem je čtyřkolka Happyrider. Je to zajímavé, designově čisté vozítko, pracující na principu drezíny. Do pohybu se uvádí jednoduchým pohybem řídítek dopředu a dozadu. Řídí se nohama, které pevně a pohodlně sedí na pedálech. Toto vozítko je perfektním nástrojem pro zpevňování svalstva.



Obr. 24 Happyrider [15]

Plastové autíčko Italtrike Gira Gira se uvádí do pohybu vlastními silami pomocí otáčení volantu. Rozvíjí tak pravo-levou koordinaci rukou při hraní. Lze s ním jezdit jak dopředu, tak i dozadu.

Toto autíčko je svým způsobem velmi originální a osobité, ale jeho velkým mínusem je velmi vratká konstrukce.



Obr. 25 Italtrike Gira Gira [2]

2.5 Handbike

Co je to vlastně handbike?



Handbike je speciálně zkonstruované kolo, které k pohybu vpřed využívá síly horních končetin. Kompenzuje fyzické postižení jedince a umožňuje mu zařadit se mezi zdravou cyklistickou veřejnost. Odbourává psychické stresy a navozuje příjemné pocity z dynamického pohybu.



Obr. 26 *Excelerator - XLT* [16]



Obr. 27 *Race-Handbike "S1 Overdrive "* [17]

Handbike je také název sportu, který je součástí cyklistiky tělesně handicapovaných sportovců. V současnosti je tento druh sportu uznáván Mezinárodním paralympijským výborem IPC a cyklistickou federací UCI. Pravidelně se konají oficiální mistrovství Evropy, Světa a na paralympiádě v Aténách (2004) měl handbike premiéru mezi paralympijskými sporty. Zařazení do jednotlivých kategorií je vždy posuzováno podle stupně postižení. Vývoj v tomto sportu probíhá pozitivně a je zájem, aby se handbike stal zajímavým i pro tělesně nepostižené.



Obr. 28 *Handbike Challenger* [18]



Obr. 29 *Quickie Shark* [19]

Popis handbiku

Na první pohled je viditelné, že sportovní handbike je posazen hodně u země, má tři kola a pohání se rukama. Jeho hlavní částí je pevný rám a částečně aretovatelná vidlice, které jsou zpravidla svařeny z duralových trubek. Atypický rám a vidlice, jsou spolu propojeny hlavovým složením. Zbytek handbiku už je v podstatě poskládán z běžných cyklistických komponentů. Na vidlici je připevněno přední kolo, které je hnací a jako jediné kolo je brzděné dvěma na sobě nezávislými brzdami. To je propojeno řetězem s klikami. Řazení je naprosto shodné s normálním kolem a ani počet převodů se neliší.



Obr. 30 Superbike LC-1 [20]

Při popisu stroje zepředu dozadu se dostáváme k rámu, zde je umístěna sedačka spolu s výškově a úhlově nastavitelnou záďovou opěrkou. Na konci rámu jsou pomocí speciálních nábojů připevněna zadní kola, která jsou velmi často mírně zešikmená 0° - 5° , aby se dosáhlo vyšší stability.

Oproti tomu běžný handbike svým vzhledem spíše připomíná invalidní vozíček opatřený šlapacím zařízením.



Obr. 31 Handbike [21]



Obr. 32 Speedy Duo [22]

První moderní handbike byl sestrojen v USA roku 1983. V roce 1990 překonaly první kousky oceán, což motivovalo v Evropě vozíčkáře, aby se zabývali cyklistikou.

Handbike pro děti



Následující obrázky jsou ukázkou toho, že existují i zjednodušené verze handbiků určené dětem. Při svém pátrání jsem však nenarazila na žádnou českou firmu, která by se výrobou těchto speciálních tříkolek zabývala.

První obrázek (*Obr. 33*) je handbike určený pro nejmenší děti. Jeho konstrukce je převážně plastová, pohon je zajištěn řetězem a brzdění zpětným chodem šlapacích řídítek. Sedátko je vybaveno tří-bodovým bezpečnostním pásem a nezbytnou vodící tyčí. K přednímu kolečku jsou připevněny nášlapy na nohy opatřené řemínky.



Obr. 33 Handbike pro děti [23]



Obr. 34 Handbike pro děti [23]

Druhá tříkolka (*Obr. 34*) je z větší části kovová a na první pohled působí stabilnějším dojmem, avšak konstrukčně i výbavou je velmi podobná předchozímu handbiku. U obou vozítek oceňuji kompletní zakapotování řetězu a přítomnost bezpečnostních prvků v podobě pásů a řemínků. Co se týče vzhledu, tříkolka působí velmi chladným dojmem a potřebovala by razantní zásah designéra.

Celkově jsou věci určené pro postižené děti i dospělé ne příliš hezké. Funkční stránku jim nelze vytknout, ale vzhled si zaslouží rozhodně hezčí.

Obrázek 35 a 36 na mě působí jako ukázka šikovnosti rodičů dětí s postižením dolních končetin. Vozítka jsou na první pohled velmi stabilní, ovládání vypadá jednoduše, avšak otázka bezpečnosti a ergonomického pojetí je v těchto případech velmi zanedbaná.



Obr. 35 Handbike pro děti [24]



Obr. 36 Handbike pro děti [24]

Oranžová tříkolka (Obr. 37) vypadá nejzajímavěji ze všech doposud představovaných dětských handbiků. Konstrukce není příliš povedená, avšak “šmrnc“ tomu dodává příjemná barevnost. Tato tříkolka je určená starším dětem, napovídá tomu celkový design a rozměry patrné z obrázku. Sedátko působí velmi pohodlně a brzda je v tomto případě součástí řídítek.



Obr. 37 Handbike [25]



Obr. 38 Tri-lo [26]

Na posledním obrázku je handbike Tri-lo. Líbí se mi jeho řešení odkládacího prostoru na nohy a možnost nastavení výše sedátka. Také oceňuji podpěrky pod lokty, kapotáž řetězu, i když není kompletní a použití terénních pneumatik s blatníky. Tato tříkolka je velmi funkční a variabilní a dle mého názoru odbourává stresy, protože dítě s ní může díky její konstrukci víceméně kamkoliv.

2.6 Budoucnost pro tělesně postižené děti

Design často vnímáme ve spojení s módností, trendy nebo jakousi mírou nadstandardu. Pro zdravotnictví, kde se hledí především na funkčnost, to platí dvojnásob. V posledních letech ale nabývá spojení designu a zdravotnictví naprosto jiných hodnot a těžko už dnes někdo může zpochybnit jeho přínos.

Koncepty některých vozítek pro postižené děti jsou, co se týče designu, opravdu povedené. Snad se brzy setkáme s realizací některého z nich.



Obr. 39 Koncept handbiku [27]

Tříkolka pro tělesně postižené děti vypadá tak trochu jako vozítko z budoucnosti. Dítě jezdí, tím trénuje a přední podpěra zase udržuje tělo ve správné pozici. Tříkolka je vybavená i speciálním posilovačem řízení, aby ji dítě mohlo snadno ovládat.



Obr. 40 Koncept tříkolky [27]

3. NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ

Tuto konkrétní diplomovou práci jsem se rozhodla vypracovat na popud mateřské školky v Ostravě-Porubě. Školka je určena jak pro zdravé, tak pro postižené děti s postižením zejména dolních končetin v důsledku dětské mozkové obrny. Na českém trhu pro takové děti v současné době neexistuje žádné vhodné mechanicky poháněné “vozítko”.

Slovenská firma Hoblah z Levic jedno takové vozítko školce dodala, ale má řadu nedostatků. Děti se na něm bojí jezdit, protože má špatnou stabilitu a žádnou možnost brzdění.



Obr. 41 Měsíční vůz



Obr. 42 Měsíční vůz

Při mapování situace s dětskými vozítky, jsem u vietnamských prodejců narazila na podobný měsíční vůz, lišil se však materiálem, tvarem podvozku, lehce vzhledem a cena byla také několikanásobně nižší.



Obr. 43 Měsíční vůz

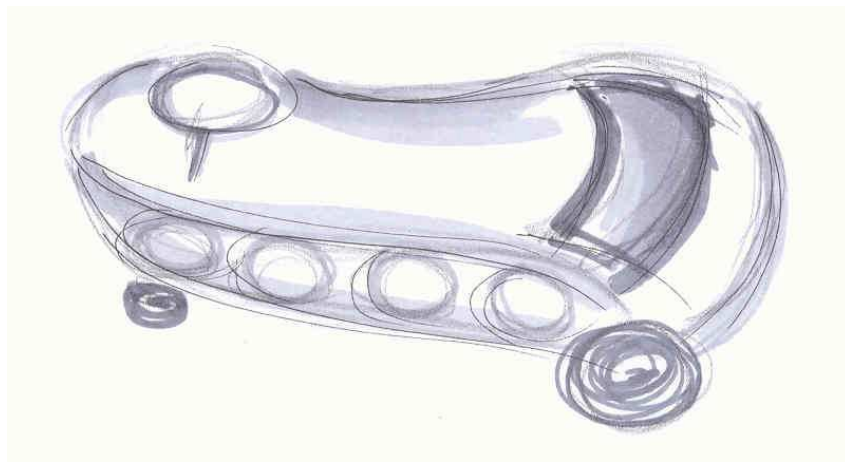


Obr. 44 Měsíční vůz

Po důkladném prozkoumání, vyzkoušení a proměření originální varianty vozítka jsem z ní začala při svém návrhu vycházet.

3.1 Kresby a 3D návrhy

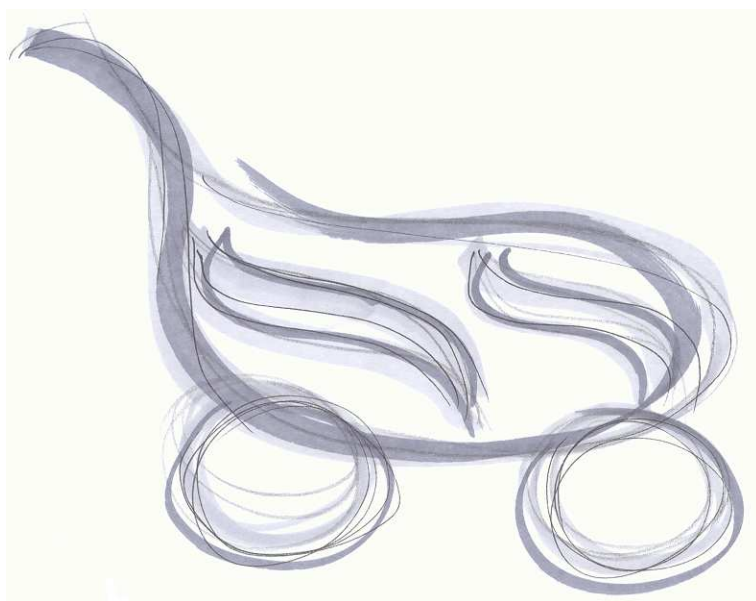
Prvotní návrhy vycházejí z vozítka, které jsem viděla ve školce. Snažila jsem se o nalezení vhodného tvaru. Také byla podstatná volba počtu koleček a způsob pohonu.



Obr. 45 Prvotní návrh

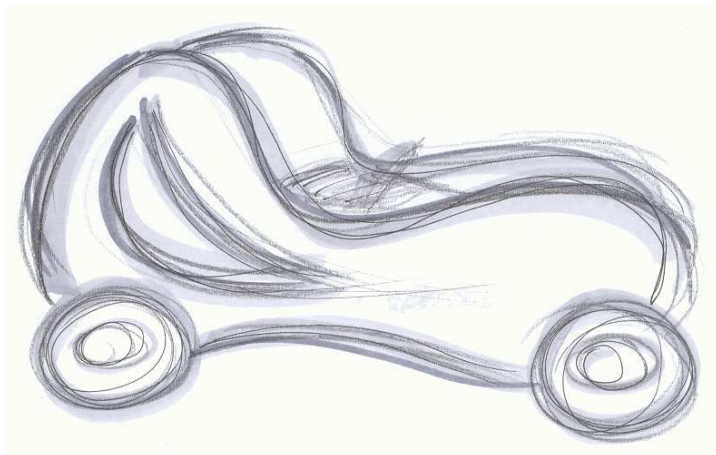
Další kresba (*Obr. 46*) se svým vzhledem více přibližuje realizované verzi. Jedná se o jednoduché linie podpořené určitým detailem.

Zde jsem si ujasnila, že se zaměřím na čtyřkolku a dítě umístím dovnitř vozítka z důvodu jeho vlastního bezpečí.



Obr. 46 Prvotní návrh

Následující kresba (*Obr. 47*) mě inspirovala natolik, že se dočkala nejprve hrubého konceptu ve 3D a následně jsem se touto variantou začala blíže zabývat.



Obr. 47 Návrh realizovaný ve 3D

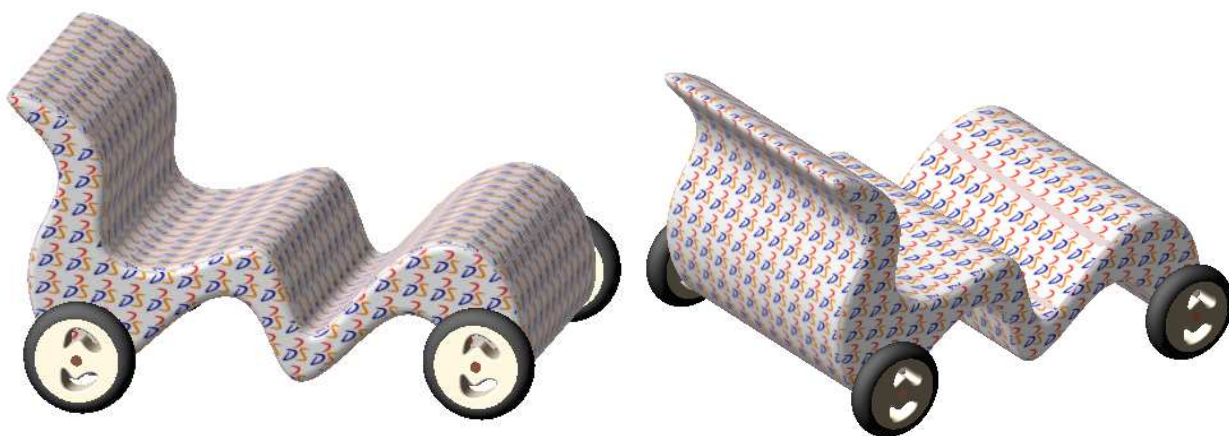
Zprvu jsem si vytvořila přibližný profil podle kresby a vytvořila 3D model v programu Catia. Vymodelovala jsem jen základní prvky a začala přemýšlet o vhodném způsobu pohonu.



Obr. 48 3D model 1. navržené varianty

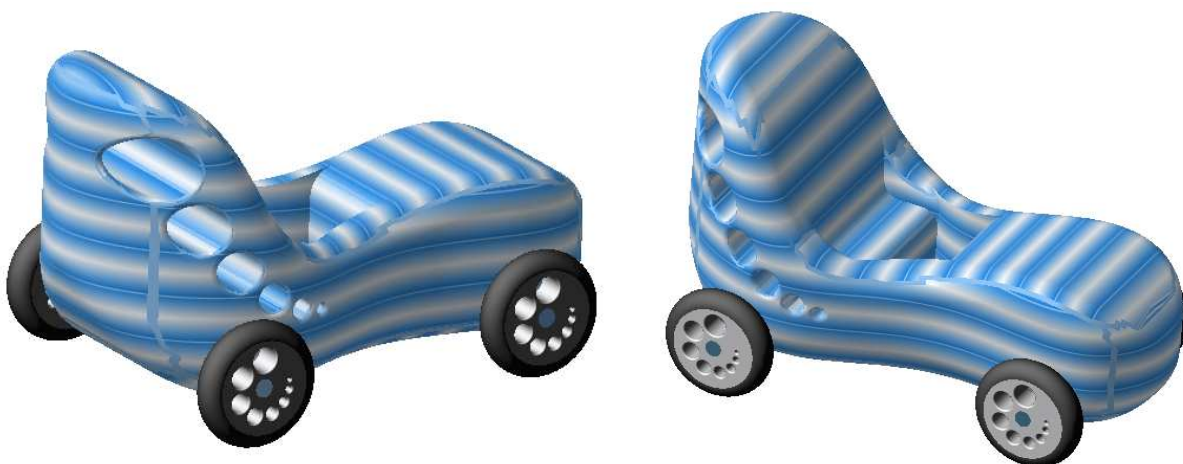
Nejdříve mě napadl řemenový nebo řetězový způsob pohonu. Pokud bych ale poháněla přední nápravu, nastal by problém s natáčením koleček. V případě, že by byla poháněna zadní náprava, musel by se vymyslet určitý systém převodů a mechanismus by byl zbytečně složitý.

Další variantou je vozítko organického tvaru. Jedná se o jednoduchý profil, který by kopíroval sedící dětskou postavu. Tuto verzi jsem však zavrhla z důvodu nízkého komfortu a bezpečnosti. Veškeré funkční a pohonné prvky by byly odhaleny a celé vozítko by pro handicapované dítě nebylo příliš vhodné.



Obr. 49 3D model 2. navržené varianty

Poslední variantou je vozítko atypického tvaru. Jsou zde použity sjednocující prvky ve tvaru koleček. Dítě by sedělo uvnitř, tím bych zabránila jeho možnému vypadnutí.



Obr. 50 3D model 3. navržené varianty

Tato poslední verze je velmi povedená, ale pro vypracování jsem se po dlouhé úvaze rozhodla použít svou první navrženou variantu (viz *Obr. 47 a Obr. 48*).

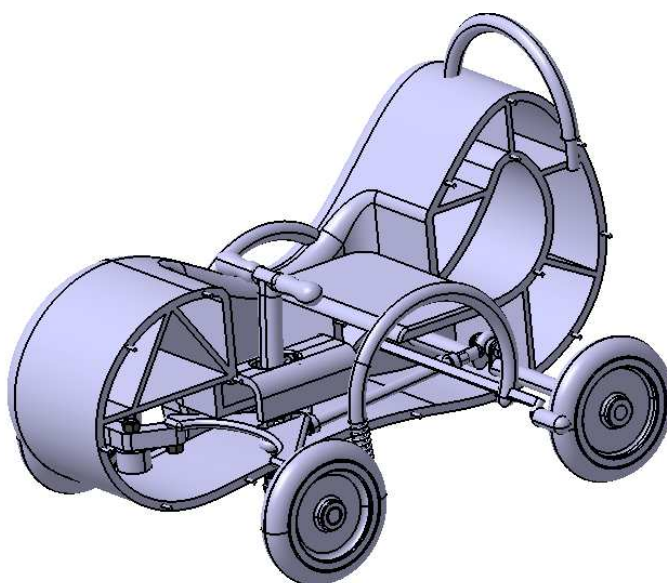
4. VYPRACOVÁNÍ

Výsledná varianta čtyřkolky, kterou se budu dále zabývat, vypadá velmi hravě a dětsky. Tvarově i barevně k sobě vše koresponduje a ladí. Vozítko působí velmi betelně a stabilně.



Obr. 51 Výsledné řešení čtyřkolky

Mou snahou bylo vytvořit co nejjednodušší řešení pohonu a skloubit to do jednoho řídítka společně s natáčením předních koleček. Nechybí ani nezbytná brzda, která má také funkci bočních zábran proti vypadnutí dítěte.



Obr. 52 Výsledné řešení

4.1 Ergonomické hledisko

Navržené vozítko je určeno především pro děti od tří do šesti let věku života, a proto musí být naprosto variabilní. Při svém návrhu jsem vycházela z tabulky hodnot vzrůstu a hmotnosti:

Tab. 1 Hodnoty vzrůstu a hmotnosti [31]

Hodnoty vzrůstu a hmotnosti dětí od 3 do 6 let věku				
věk	chlapci		dívky	
	údaje v cm a kg			
	výška	váha	výška	váha
3	95,6	15,03	94,3	14,33
3 ½	98,3	15,6	97,6	15,3
4	101,9	16,7	101,1	16,2
4 ½	105,1	17,7	104,2	17,2
5	108,4	18,6	107,5	18,1
5 ½	111,6	19,6	110,8	19,2
6	114,3 (5,3)	20,6 (2,6)	113,6 (5,3)	20,1 (2,8)

Výše uváděné hodnoty jsou průměrnými hodnotami se směrodatnými odchylkami, jejichž maximální hodnoty pro stanovení konstrukce jsou rozhodující pro nejstarší z dětí, tj. 6 let, jsou uváděny v závorkách.



Pro lepší představu o rozměrech vozítka zde uvádím následující obrázek, na kterém je čtyřkolka v porovnání s 65-ti % ženou. Hodnota v procentech stojí za vysvětlení. Znamená to, že 65 % ženské populace má tělesné rozměry stejně velké nebo menší než je daná hodnota (tedy pouze 35% populace má tento rozměr větší).

Po důkladném studiu dětské ergonomie jsem se snažila navrhnout rozměry vozítka tak, aby bylo vhodné jak pro nejmenší, tak pro největší dítě, splňující věkové podmínky zadání.

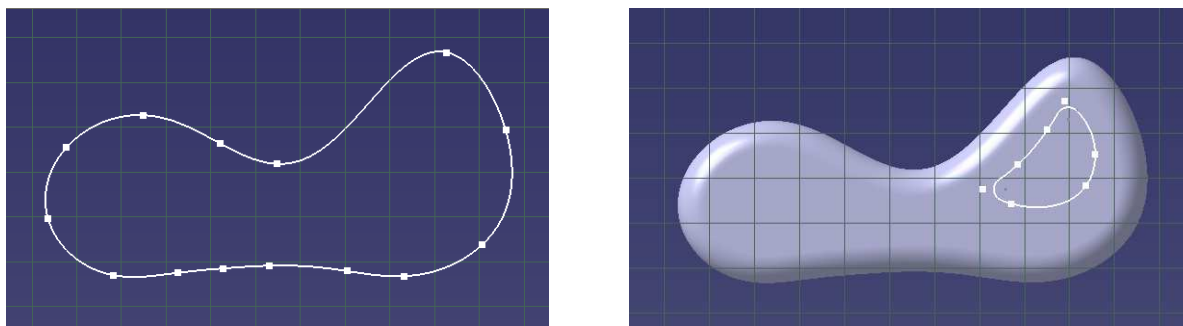
Obr. 53 Porovnání velikosti s 65-ti % ženou

4.2 Design a barevné provedení, použité materiály

Design může znamenat a zahrnovat mnoho různých věcí. Týká se bezpochyby estetické a funkční stránky věci, ale také toho, zda je konečný návrh realizovatelný. Je v něm zahrnuto jak umění, tak inovace. Designér nezačíná ani od “formy“, ani od “funkce, ale od existujícího fungování už existujících tvarů.

Při návrhu čtyřkolky jsem se snažila skloubit design s funkčností. Ale také jsem nepominula důležitá hlediska pro finální posuzování designu výrobku, tj. hledisko estetické, ekologické, psychologicko-sociologické a ergonomické.

Tělo vozítka je navrženo jako organický tvar, připomínající zjednodušený profil ryby. Tímto tvarem a různým zaoblením jsem se snažila dosáhnout specifického vzhledu, který by mohl dětskému oku lahodit.



Obr. 54 Navržený profil čtyřkolky

Veškeré další komponenty čtyřkolky jsou navrženy v souladu s tektonikou tohoto tvaru, aby celý výrobek působil v závěru kompaktně a harmonicky. Ovládací prvky jsou přehledné a srozumitelné.

Velmi důležitá je otázka barevného provedení a struktury povrchu. Vždy musí být zachován soulad mezi barevným a tvarovým řešením. Co se barevnost týče, navrhuji vozítko potáhnout přilnavou fólií potištěnou dětskými motivy. Dá se samozřejmě také ponechat jen jednoduchou jednobarevnou verzi. V tomto případě bych nechala dozdobení na samotných dětech. Je nutné rozvíjet jejich kreativní myšlení. V obchodech je k dostání široká škála pestrobarevných samolepek nebo obtisků klasických i moderních motivů a dekorů. Kdo by nechtěl mít krásné vozítko s krtečkem, medvídkem Púem nebo s podobiznami hrdinů ze seriálů nebo světoznámých zpěváků?



Obr. 55 Podmořský svět [28]



Obr. 56 Popletené pohádky [28]

Nyní se zaměřím na tvar a volbu materiálů ovládacích částí. Zde se jedná především o tvarovanou rukojeť říditka a postranní madla.

Rukojeť je samozřejmě ergonomicky tvarovaná, aby se pohodlně držela a je vyrobena z měkké pěnovky, kterou známe z řídítek dětských jízdnicích kol. Postranní madla jsou plastová, mají bezpečnostní funkci – zamezit vypadnutí dítěte z vozítka. Jejich hlavní funkce je však brzda.

Sedátko jako takové je součástí samotného těla vozítka, je opatřeno pohodlným polstrováním. Neobsahuje žádné ostré hrany, takže netlačí a je dostatečně prostorné.

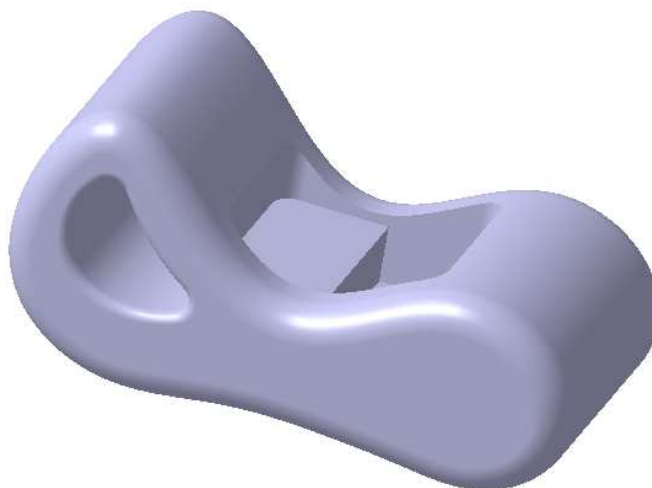


Obr. 57 Pohled na vnitřní prostor

4.3 Popis konstrukce

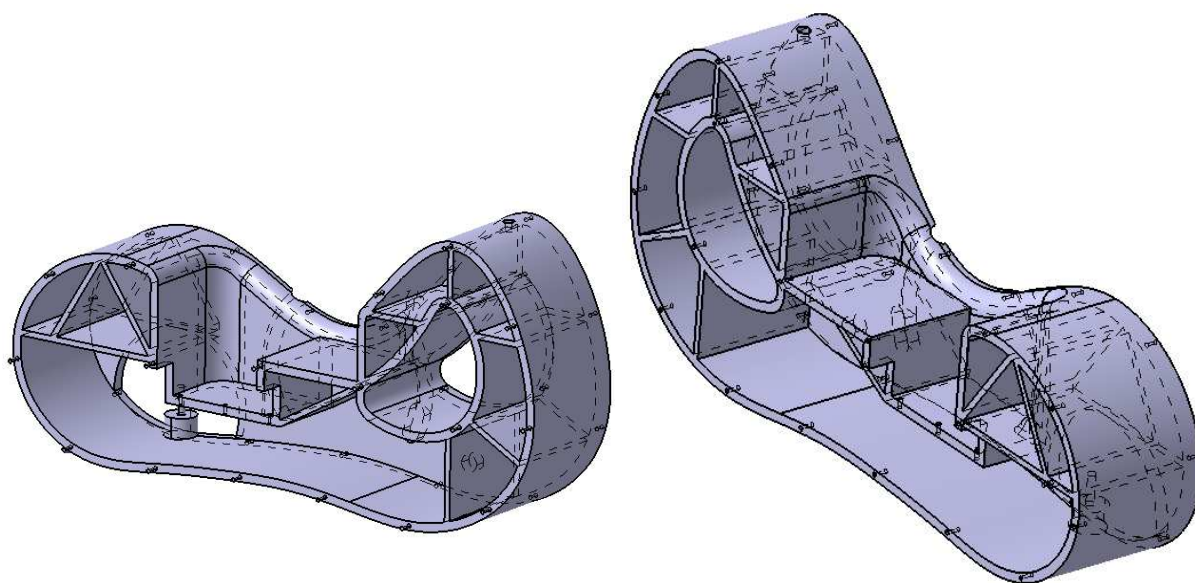
4.3.1 Tělo vozítka

Tělo vozítka je navrženo jako plastový výlisek, z důvodu nízké hmotnosti, snadné údržby a menších nároků na náklady. Jedná se o dvě hlavní skořepiny, spojené dohromady svěrným spojením.



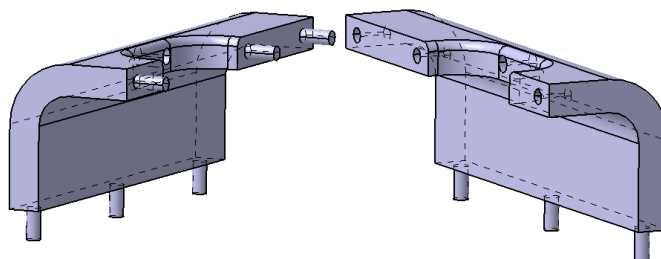
Obr. 58 Tvar těla vozítka

Veškerá zaoblení a úkosity jsou provedeny tak, aby byly obě skořepiny snadno výrobitelné a následně smontovatelné. V místě spoju je skořepina nepatrně rozšířena. Pro větší pevnost skořepiny jsou zde navrženy žebra.



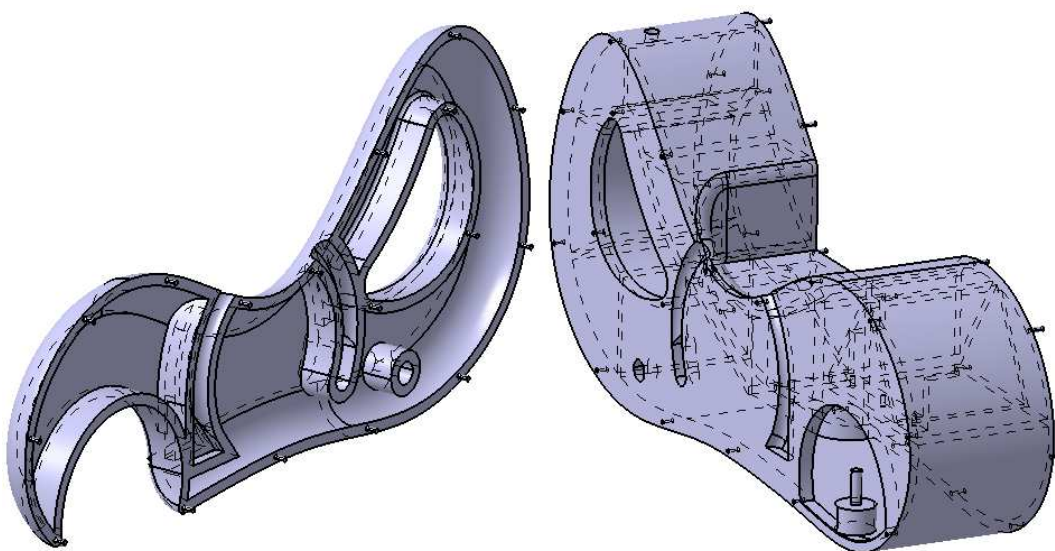
Obr. 59 Tvar těla vozítka v detailním pohledu

Dále je do skořepin zacvaknut středový díl, který slouží k upevnění řídítka pomocí čepu. Také má funkci rozdělení pedipulačního prostoru na „přihrádky“ pro nohy dítěte. Díky tomuto principu jsem zavrhl použití bezpečnostních řemínků, protože i bez nich nohy dítěte zůstanou na svém místě.



Obr. 60 Detailní pohled na středový díl

Poslední rozložitelnou částí je díl, ve kterém je uložena brzda. Úložiště brzdy je přesně nadimenzováno, aby byla zajištěna správná funkčnost brzdového systému.

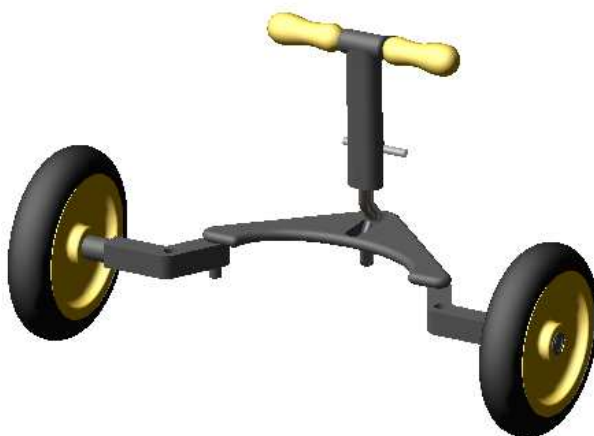


Obr. 61 Detail prostoru pro brzdu

Všechny tyto části jsou plastové výlisky, které jsou do sebe zacvaknuty. Celá čtyřkolka je díky tomu systému snadno rozebíratelná. Takto navržené tělo vozítka splňuje i ekologické hledisko - je lehce omyvatelné.

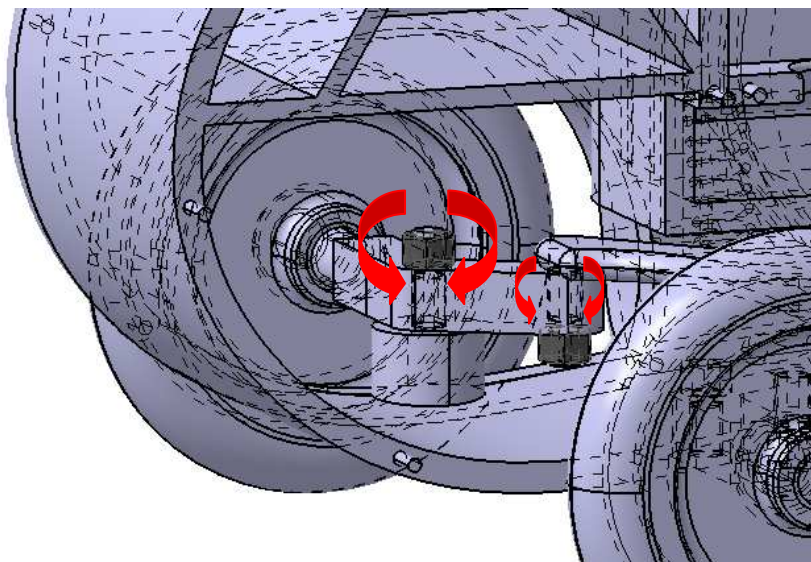
4.3.2 Natáčení koleček

Princip natáčení předních koleček je téměř shodný jako u plastových dětských traktorů (viz rešerše). Jen rozměry a tvary komponent jsem navrhla tak, aby seděly do mnou navrženého vozítka.



Obr. 62 Princip natáčení koleček

Celý natáčecí mechanismus spočívá v tom, že při otočení řídítek nám tvarovaná tyč vychýlí trojúhelníkovou komponentu na příslušnou stranu. A dále se natočení pomocí dvou čepů přenese až na kolečka. Celá konstrukce je připevněna k plastovému tělu vozítka.

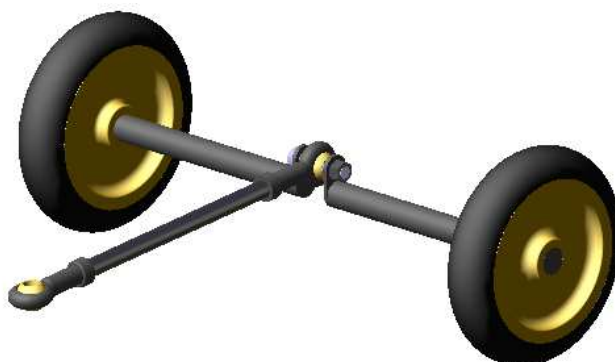


Obr. 63 Detailní pohled na natáčecí mechanismus koleček

Natáčecí tyč je kovová a je zalisovaná do vrchní části řídítek, která jsou pohyblivá a zajišťují natočení.

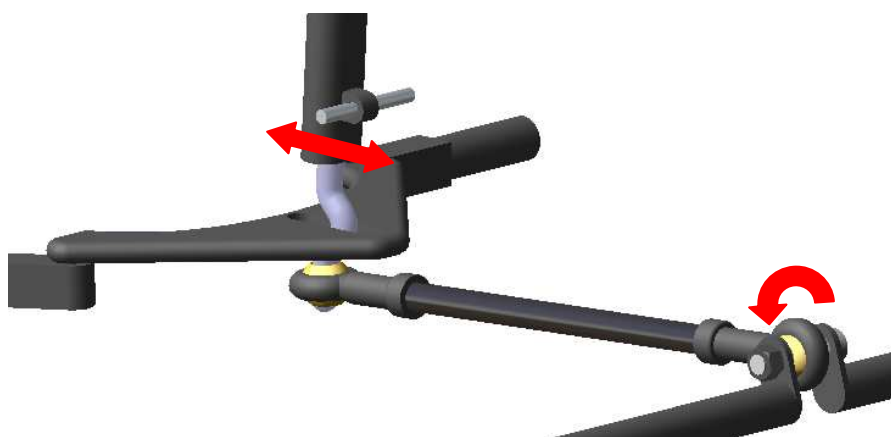
4.3.3 Pohon zadní nápravy

Pohon zadní nápravy je založen na principu drezíny s použitím dvou kloubových hlav, které jsou bezúdržbové a samomazné.



Obr. 64 Princip pohonu zadní nápravy

Vozítko uvedeme do chodu jednoduchým kývavým pohybem řidítek dopředu a dozadu. Tento pohyb je přenesen drezínovou tyčí na zadní nápravu, kde dojde k rozpohybování kloubové hlavy a následnému rozjezdu.



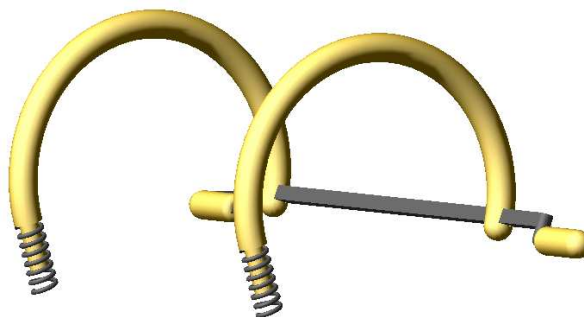
Obr. 63 Princip pohonu

Stabilita kloubové hlavy je zajištěna pomocí dvou trubiček, které jsou umístěny po obou stranách kaloty.

Na přední i zadní nápravu jsem použila kola TPA firmy Blickle (viz níže). Přední kolečka jsou opatřena kluzným ložiskem, zadní jsou nalisovaná na hřídel.

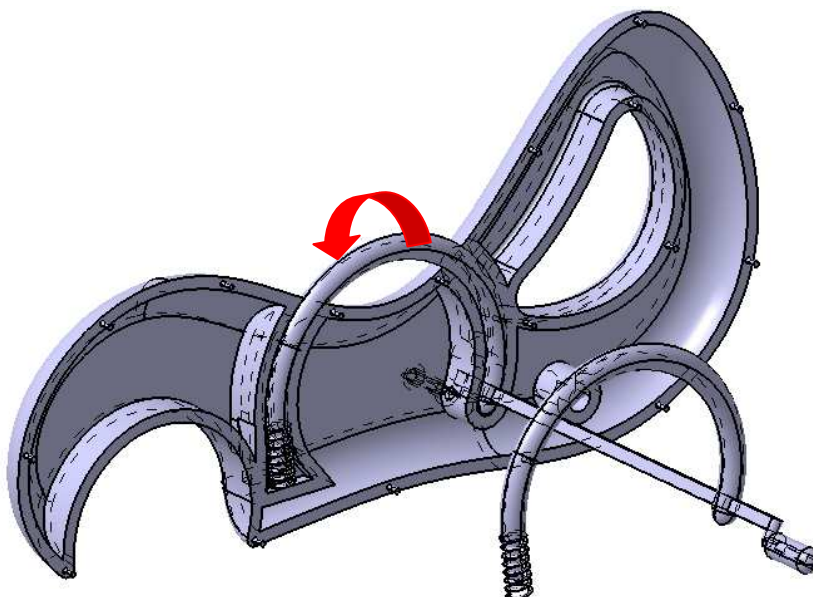
4.3.4 Brzdění zadních koleček

Při návrhu brzdy jsem se snažila o co nejjednodušší řešení. Nakonec jsem to vyřešila principem “dva v jednom“. Brzda má samozřejmě funkci brzdy, ale také bezpečnostních postranních madel. Takto navržená brzda čtyřkolku designově obohatí a dodá ji na specifickém vzhledu.



Obr. 65 Princip brzdy

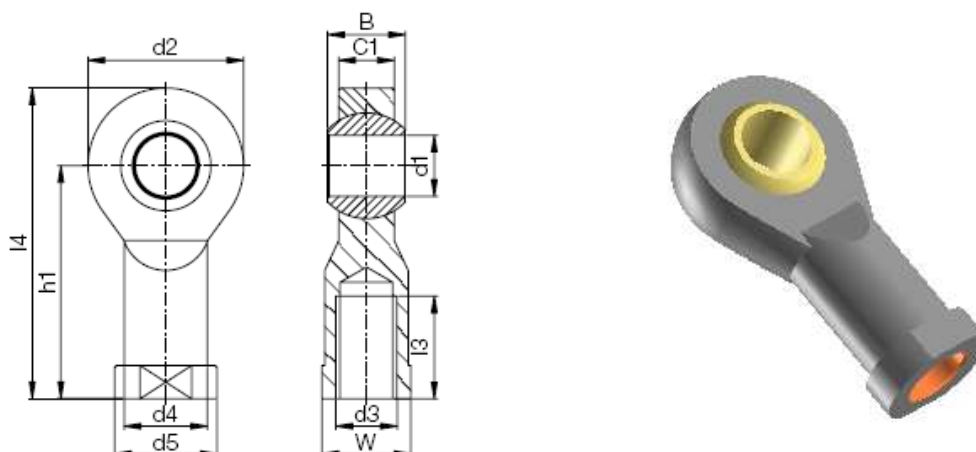
Brzda je uložena v odnímatelných bocích skořepiny. Její samotné ovládání je velmi jednoduché. Stačí jen madlo lehce potlačit ve směru šipky (viz Obr. 66), plastové packy s jemným vroubkováním se dotknou koleček a dojde k brzdění. Poté nám pružina vrátí madla do původní polohy. Plastové packy a bočnice jsou z důvodu zabránění jejich protáčení nasunuty na čtyřhrany.



Obr. 66 Uložení brzdy

4.3.5 Kloubová hlava KBR(L)M

Kloubové hlavy firmy Hennlich mají mnoho výhod. Mohou být bez problémů použity i v náročných podmínkách. Rozsah provozních teplot se pohybuje od -30 do +80 °C. Jsou odolné vůči nečistotám, prachu, chemikáliím a korozi. Mají velmi nízkou hmotnost, pohlcují vibrace a jsou určeny pro rotační, kývný a lineární pohyb.



Obr. 67 Kloubová hlava igubal® [29]

Tab. 2 Zatěžovací hodnoty ložiska [29]

Zatěžovací hodnoty

Číslo součásti	Max. statická pevnost v tahu		Max. radiální zatížení		Min. hloubka závitu [mm]	Max. utahovací moment závitu [Nm]	Max. utahovací moment při sevření kaloty	
	krátkodobě [N]	dlouhodobě [N]	krátkodobě [N]	dlouhodobě [N]			Standard [Nm]	MH [Nm]
KBR(L)M-16 F	4200	2100	1300	650	19	27,5	40	110
KBR(L)M-18	4600	2300	1600	800	21	45,0	45	150
KBR(L)M-20	5400	2700	2100	1050	22	80,0	55	200
KBR(L)M-20 M20	5400	2700	2100	1050	22	60,0	55	200
KBR(L)M-22	7000	3500	2200	1100	25	75,0	60	225
KBR(L)M-25	8500	4250	2300	1150	28	120,0	60	260

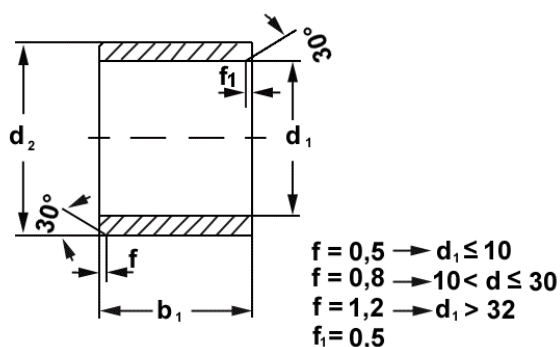
Tab. 3 Rozměry ložiska [29]

Rozměry [mm]

Číslo součásti	d1	d2	d3	d4	d5	C1	B	h1	l3	l4	W	max. úhel natočení
	E10											
KBR(L)M-16 F	16	42	M16 x 1,5	22,0	27,0	15,0	21	64	28	85	SW22	23°
KBR(L)M-18	18	46	M18 x 1,5	25,0	31,0	16,5	23	71	32	94	SW27	23°
KBR(L)M-20	20	50	M20 x 1,5	28,0	34,0	18,0	25	77	33	102	SW30	23°
KBR(L)M-20 M20	20	50	M20 x 2,5	28,0	34,0	18,0	25	77	33	102	SW30	23°
KBR(L)M-22	22	56	M22 x 1,5	30,0	37,0	20,0	28	84	37	112	SW32	22°
KBR(L)M-25	25	60	M24 x 2,0	32,0	41,0	22,0	31	94	42	124	SW36	22°
KBR(L)M-30	30	70	M30 x 2,0	37,0	50,0	25,0	37	110	51	145	SW41	22°

4.3.6 Kluzné pouzdro GSM - iglidur G

Z důvodu snadnějšího ovládání a odlehčení při natáčení předních koleček volím pouzdro tvaru S bez příruby. Jeho přednostmi jsou bezúdržbovost, samomaznost a odolnost vůči nečistotám a otěru. Výhodou je také jeho víceúčelové použití a poměr kvalita vůči ceně.



Obr. 68 Kluzné pouzdro GSM [29]

Tab. 4 Rozměry kluzných pouzder [29]

Číslo součásti	d1*	d2	b1 h13
GSM-1416-25	14,0	16,0	25,0
GSM-1516-15	15,0	16,0	15,0
GSM-1517-04	15,0	17,0	4,0
GSM-1517-10	15,0	17,0	10,0
GSM-1517-12	15,0	17,0	12,0
GSM-1517-15	15,0	17,0	15,0
GSM-1517-20	15,0	17,0	20,0
GSM-1517-25	15,0	17,0	25,0
GSM-1618-055	16,0	18,0	5,5
GSM-1618-08	16,0	18,0	8,0
GSM-1618-10	16,0	18,0	10,0
GSM-1618-12	16,0	18,0	12,0
GSM-1618-13,5	16,0	18,0	13,5

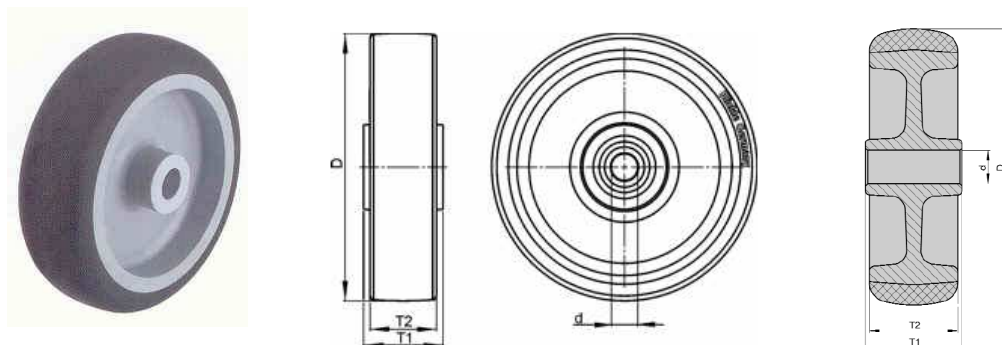
Číslo součásti	d1*	d2	b1 h13
GSM-2528-15	25,0	28,0	15,0
GSM-2528-20	25,0	28,0	20,0
GSM-2528-24	25,0	28,0	24,0
GSM-2528-25	25,0	28,0	25,0
GSM-2528-30	25,0	28,0	30,0
GSM-2528-35	25,0	28,0	35,0
GSM-2528-50	25,0	28,0	50,0
GSM-2630-16	26,0	30,0	16,0
GSM-2730-05	27,0	30,0	5,0
GSM-2832-105	28,0	32,0	10,5
GSM-2832-12	28,0	32,0	12,0
GSM-2832-15	28,0	32,0	15,0
GSM-2832-20	28,0	32,0	20,0

Tato kluzná pouzdra mají široké využití. Používají se pro nadprůměrné zatížení, ale také pro nižší a průměrné rychlosti a pro rotační a oscilující pohyb.

4.3.7 Kola TPA

Kola série TPA mají běhouny z jakostního termoplastického gumového elastomeru. Nabízejí vysoký komfort pojezdu, tichý chod s nepatrným valivým a natáčivým odporem.

Kola jsou vysoce odolná vůči mnoha agresivním látkám, nebarví kontaktní materiály a odolávají teplotám v rozmezí -20 °C do +60 °C. Běhoun je nalit pevně na disk kola, který je vyroben z jakostního polypropylenu.



Obr. 69 Kolo TPA 200/12G [30]

Tab. 5 Technické parametry kola [30]

kola						
objednáací číslo	Ø kola (D) [mm]	šířka kola (T2) [mm]	nosnost [kg]	druh ložiska	Ø otvoru pro osu (d) [mm]	délka náboje (T1) [mm]
TPA 50/8G	50	19	50	kluzné	8	22
TPA 50/6K-FK	50	19	50	kuličkové	6	23
TPA 75/8G	75	25	75	kluzné	8	29,5
TPA 75/6K-FK	75	25	75	kuličkové	6	31
TPA 80/12G	80	32	90	kluzné	12	35
TPA 80/8K-FK	80	32	90	kuličkové	8	36
TPA 100/8G	100	25	80	kluzné	8	29,5
TPA 101/12G	100	32	100	kluzné	12	35
TPA 101/8K-FK	100	32	100	kuličkové	8	36
TPA 126/12G	125	32	110	kluzné	12	35
TPA 126/8K-FK	125	32	110	kuličkové	8	36
TPA 150/12G	150	32	130	kluzné	12	36
TPA 150/12K	150	32	130	kuličkové	12	33
TPA 200/12G	200	40	140	kluzné	12	33
TPA 200/12K	200	40	140	kuličkové	12	33

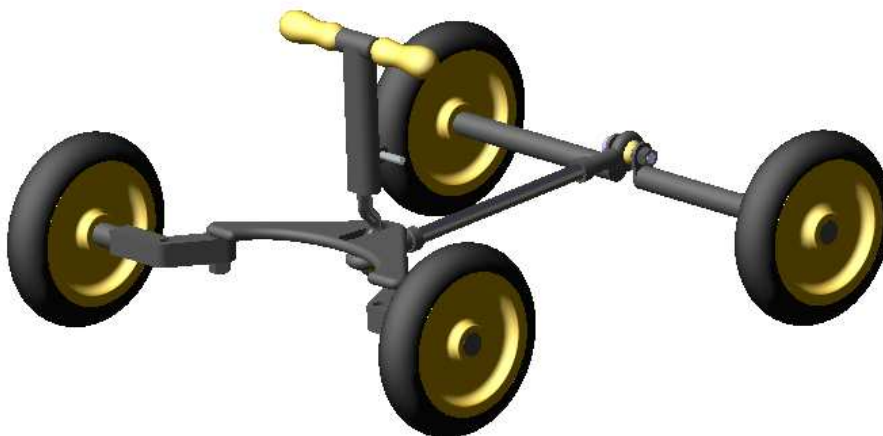


K uchycení předních koleček slouží pojistný třmenový kroužek, který je firmou dodáván. Zadní kolečka jsou pevně nalisována, aby docházelo k otáčení celé zadní nápravy a klikový mechanismus mohl správně fungovat.

Obr. 70 Třmenový kroužek

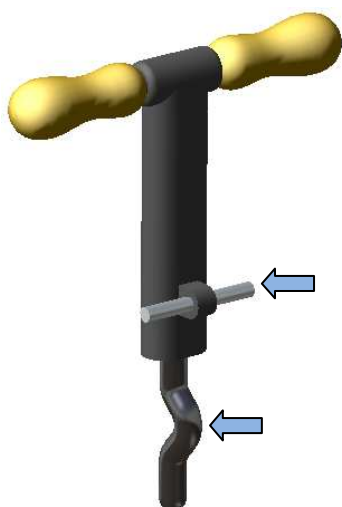
4.3.8 Vnitřní konstrukce

Při návrhu konečného řešení čtyřkolky jsem zvažovala mezi několika konstrukčními řešeními. Zprvu jsem chtěla zrealizovat variantu pohonu ozubeným řemenem, ale po důkladném zvážení pohybových možností handicapovaných dětí jsem přistoupila k následujícímu typu pohonu:

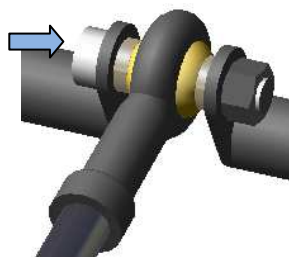


Obr. 71 Vnitřní konstrukce čtyřkolky

Při volbě materiálu a návrhu konstrukčního řešení jsem hodně vycházela z toho, co nám trh s dětskými vozítky již nabízí. Natáčení předních koleček je shodné jako u čtyřkolek, co se týče použitého materiálu – plastu a principu. Zde jsem si jen navrhla svůj tvar použitých komponent a pro odlehčení při natočení vložila do otvorů pro čepy kluzná ložiska.



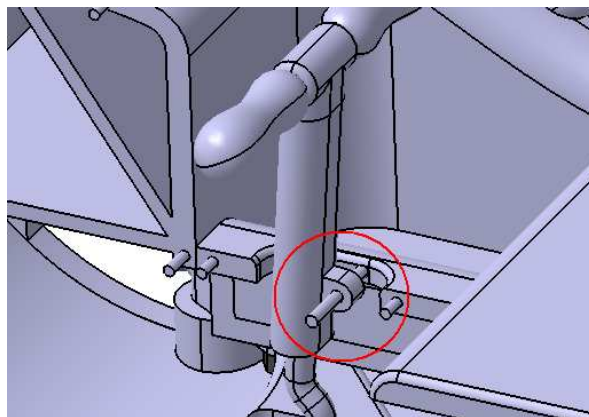
Také jsem se snažila používat normalizované součástky, tj. kloubové hlavy, kolečka a kluzná ložiska. Veškeré funkční součástky jsou plastové, s výjimkou natáčeč tyče, řídkového čepu a čepu drezíny. Tyto komponenty jsou kovové.



Obr. 72 Kovové součástky

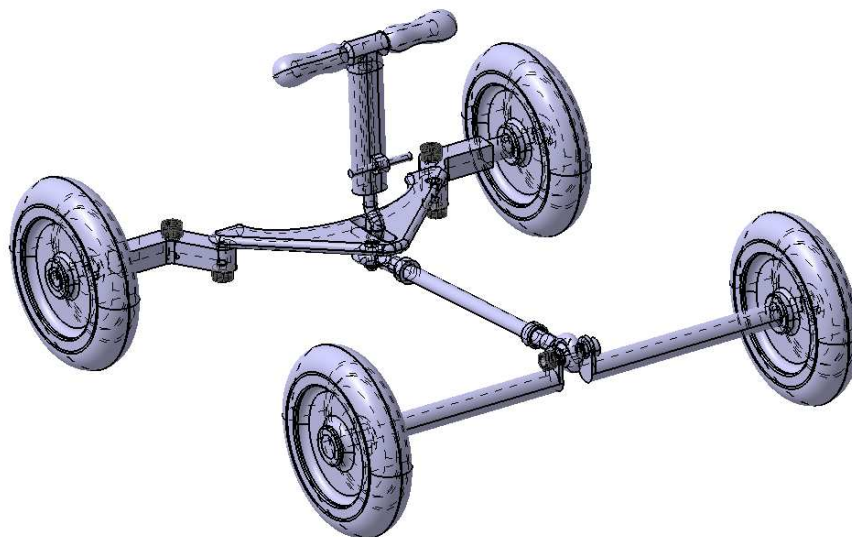
Výše popsany způsob pohonu za pomoci kloubových hlav je naprosto originálním konstrukčním řešením. Vzhled čtyřkolky je také výjimečný a nesnaží se nic napodobovat.

Čtyřkolku uvedeme do pohybu jednoduchým kýváním řídítka kolem čepu, což se mi jeví jako velmi jednoduché a pro dítě snadno pochopitelné.



Obr. 73 Detail čepu řídítka

Celé vnitřní konstrukce je vyřešena dle mého názoru nejjednodušším možným způsobem. Nejsou zde aplikovány žádné složité převodové mechanismy.



Obr. 74 Vnitřní konstrukce čtyřkolky v detailním pohledu

Na čtyřkolce vůbec není znát, že je určena pro postižené děti, a to bylo mým záměrem. Vypadá jako veselé autíčko, které dorazilo rovnou z pohádky.

5. KONTROLNÍ VÝPOČTY

5.1 Výpočet síly odporů valení při jízdě

Odpor valení je vyvolán deformací v pružném styku mezi hnacím kolem a vozovkou (kobercem). Sílu odporů valení vozítka lze zjednodušeně vyjádřit vztahem:

$$F_o = g \cdot (G_{\text{vozítko}} + G_{\text{dítě}}) \cdot \cos \alpha \cdot f \quad (5.1)$$

$$\alpha = 0$$

$$f = 0,02 \text{ viz. Tab. 4}$$

- kde $\Rightarrow F_o$ odporová síla [N]
 $\Rightarrow g$ tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
 $\Rightarrow G_{\text{vozítko}}$ hmotnost vozítka [kg]
 $\Rightarrow G_{\text{dítě}}$ hmotnost dítěte [kg]
 $\Rightarrow \alpha$ úhel svahu [$^\circ$]
 $\Rightarrow f$ součinitel odporu valení [1]

Tab. 6 Volba součinitelů [32]

Typ dopravy	předmět vozidla	druh vozovky (povrchu)		součinitel odporu valení	součinitel adheze	poznámka
		druh	stav	f	φ	
automobil	silniční	asfalt	suchý	0,005 + 0,015	0,7 + 1	čistý, při malé rychlosti $\varphi = 1$ Nižší hodnoty f a vyšší φ pro vozovky v dobrém stavu. Pro rozbité nebo rozrušené vozovky hodnoty f vyšší a φ nižší
			mokřý	0,008 + 0,02	0,4 + 0,8	
		beton	suchý	0,008 + 0,02	0,8 + 1	
			mokřý	0,01 + 0,015	0,5 + 0,8	
		dlažba	suchá	0,01 + 0,03	0,6 + 0,85	
			mokřá	0,01 + 0,035	0,3 + 0,5	
		makadam	suchý	0,02 + 0,04	0,6 + 0,8	
	terénní		mokřý	0,03 + 0,05	0,3 + 0,5	U kamenit. podkladu nižší hodnota f. U jílového a hlinitého podkladu vyšší hodnota f a hodnota φ . u písčítých podkladů hodnoty φ nižší
		panel. vozovka	dobré, nově	0,02 + 0,05	0,5 + 0,8	
			robité	0,04 + 0,06	0,5 + 0,8	
		polní cesta	suchá uježděná	0,02 + 0,06	0,5 + 0,8	
			suchá, neuježd.	0,04 + 0,1	0,4 + 0,6	
			mokřá	0,08 + 0,2	0,3 + 0,4	
		oranice	čerstvá	0,15 + 0,18	0,3 + 0,5	
			ulehlá	0,10 + 0,13	0,4 + 0,6	
		strmíště	vlhké	0,10 + 0,15	0,2 + 0,4	
			suché	0,05 + 0,10	0,4 + 0,6	
		louka	poseč., suchá	0,04 + 0,08	0,6 + 0,8	
			neposeč., suchá	0,08 + 0,10	0,5 + 0,7	
		písek	mokřá	0,08 + 0,15	0,1 + 0,5	
			vlhký	0,08 + 0,10	0,4 + 0,6	
			suchý	0,1 + 0,2	0,3 + 0,5	
		sníh náledí	suchý, hluboký	0,15 + 0,3	0,2 + 0,4	
			náledí	0,01 + 0,015	0,1 + 0,2	
			uježděný sníh	0,03 + 0,05	0,1 + 0,4	
		bažina	hluboký sníh	0,1 + 0,3	0,2 + 0,4	
				0,15 + 0,4	0,1 + 0,4	
železniční		koleje	suché	0,005 + 0,01	0,2 + 0,3	pro suchou kolej a vliv rychlosti $\varphi = \frac{7,5}{v + 44} + 0,161$
			mokřé	0,005 + 0,01	0,1 + 0,2	

$$F_o = 9,81 \cdot (13,3 + 20,0) \cdot 1 \cdot 0,02 \doteq \underline{\underline{6,53 \text{ N}}}$$

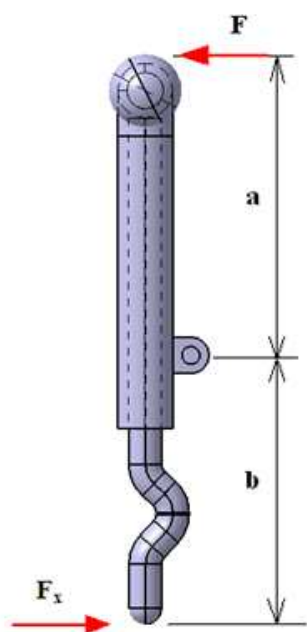
5.2 Výpočet síly působící tlak v kloubové hlavě

Před samotným výpočtem jsem musela zjistit, kolik síly vynaloží dítě při rozpoohybování vozítka. V mém případě proběhlo měření ve školce pomocí mincí.

Tab. 7 Výsledky měření vynaložené síly

	LINOLEUM	KOBEREC
DÍTĚ	10 N	30 N
DOSPĚLÝ	30 N	50 N

Při výpočtu síly, která působí tlak v kloubové hlavě, vycházím z předpokladu, že síla F , kterou dítě vynaloží na rozpoohybování vozítka je 20 N. Délku ramen a a b znám.



$$F \cdot a = F_x \cdot b \quad (5.2)$$

kde $\Rightarrow F \dots$ síla [N]

$\Rightarrow a, b \dots$ délky stran [mm]

$\Rightarrow F_x \dots$ síla působící tlak v kloubové hlavě [N]

$$20 \cdot 160 = F_x \cdot 140$$


$$F_x = \frac{20 \cdot 160}{140} \doteq \underline{\underline{22,9 \text{ N}}} \leq 2100 \text{ N} \quad \checkmark$$

Obr. 75 Schéma řidítka pro výpočet síly

Výsledek nám slouží k porovnání s maximálním radiálním zatížením, které uvádí výrobce kloubové hlavy, ale také k výpočtu životnosti kloubové hlavy.

5.3 Výpočet životnosti kloubové hlavy

Pro výpočet životnosti kloubové hlavy jsem použila program igubal® Expert. Po zadání vstupních parametrů mi vyšla životnost větší než 10 miliónů cyklů, což je velmi uspokojivé.

1	česky	4	kloubová hlava, řada K, vnitřní závit, pravý		
2	druh zboží	5	KBRM-20	6	boční síla
<input checked="" type="radio"/> kloubové hlavy <input type="radio"/> vidlice <input type="radio"/> kloubová ložiska <input type="radio"/> ložiskové domečky <input type="radio"/> přírubová ložiska <input type="radio"/> úhlové klouby					
3		8 VSTUP			
druh výrobku		max. provozní teplota			
<input type="radio"/> statické <input checked="" type="radio"/> cyklické <input type="radio"/> dynamické		max. působící síla			
		denní provozní doba			
		provozní procento			
		40 [°C]			
		22,9 [N]			
		12 [h]			
		100 [%]			
7		Vypočítat			
materiál kaloty					
<input checked="" type="radio"/> nemá vliv <input type="radio"/> nemá vliv <input type="radio"/> nemá vliv					

Obr. 77 Výsledek výpočtu [28]

8	VÝSTUP	KBRM-20
max. cyklická boční síla		
(při 1 miliónu cyklů)		
max. utahovací moment na kalotu		
max. krouticí moment spojení		
životnost při používání		
546,84 [N]		
47,74 [Nm]		
52,08 [Nm]		
>10 Mio. cykly		

Obr. 76 Vstupní parametry výpočtu [28]

5.4 Výpočet brzdy

Následující výpočet je zaměřen na dobu, za kterou dítě dokáže zastavit čtyřkolku. Předpokládám, že dítě jede po rovině rychlostí 3 km/h a jednou rukou vynaloží sílu 25 N. Kinetická energie je v tomto případě konstantní.

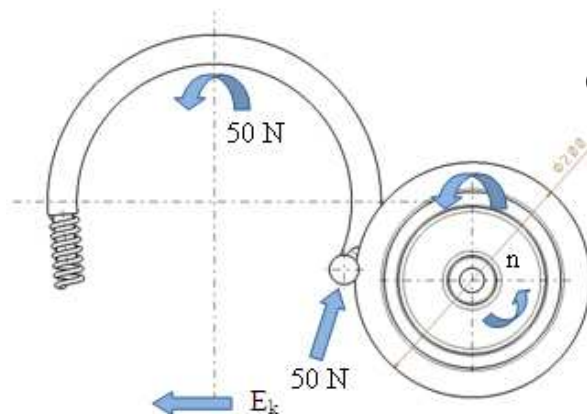
Kinetická energie:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 29,5 \cdot 0,83^2 \doteq \underline{\underline{10,2 \text{ J}}} \quad (5.3)$$

kde $\Rightarrow E_k \dots$ kinetická energie [J]

$\Rightarrow m \dots$ hmotnost [kg]

$\Rightarrow v \dots$ rychlost [m.s⁻¹]



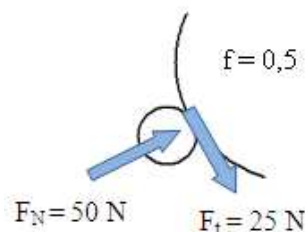
Obr. 78 Schéma brzdy

$$m = m_{\text{dítě}} + m_{\text{vozítko}} = 16,2 + 13,3 = \underline{\underline{29,5 \text{ kg}}} \quad (5.4)$$

kde $\Rightarrow m_{\text{dítě}} \dots$ hmotnost dítěte [kg]

$\Rightarrow m_{\text{vozítko}} \dots$ hmotnost vozítka [kg]

$$v = 3 \text{ km/h} \doteq \underline{\underline{0,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$



Obr. 79 Schéma brzdy

Brzdňý moment:

$$F = 50 \text{ N}$$

$$M_B = F \cdot f \cdot \frac{D}{2} = 50 \cdot 0,5 \cdot \frac{200}{2} = 2500 \text{ N} \cdot \text{mm} = \underline{\underline{2,5 \text{ N} \cdot \text{m}}} \quad (5.5)$$

kde $\Rightarrow M_B \dots$ brzdňý moment [N.m]

$\Rightarrow D \dots$ průměr kolečka [mm]

$f = 0,5 \dots$ součinitel tření pro vroubkovaný plast v kontaktu s pryží

$$\frac{\text{kinetická energie}}{\text{brzdňý moment}} \doteq \frac{10,2}{2,5} \doteq \underline{\underline{4,08 \text{ s}}}$$

Výsledkem je poměr kinetické energie a brzdňého momentu. Tento poměr představuje brzdňý čas do úplného zastavení vozítka.

5.5 Výpočet zatížení těla vozítka

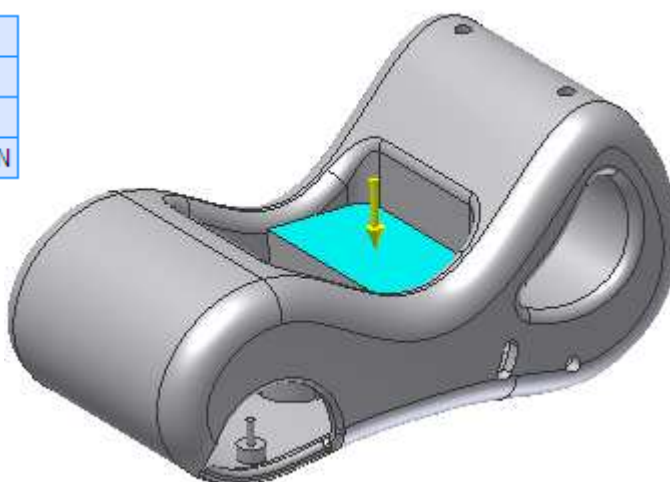
K simulování chování plastové součásti při konstrukčním zatížení jsem použila pevnostní analýzu programu Autodesk Inventor Professional. Technologie ANSYS vygenerovala uvedené výsledky.

Pro výpočet zatížení plastové konstrukce jsem přiřadila materiál plast a sedátko zatížila hmotností 20 kg, což přibližně odpovídá síle 200 N.

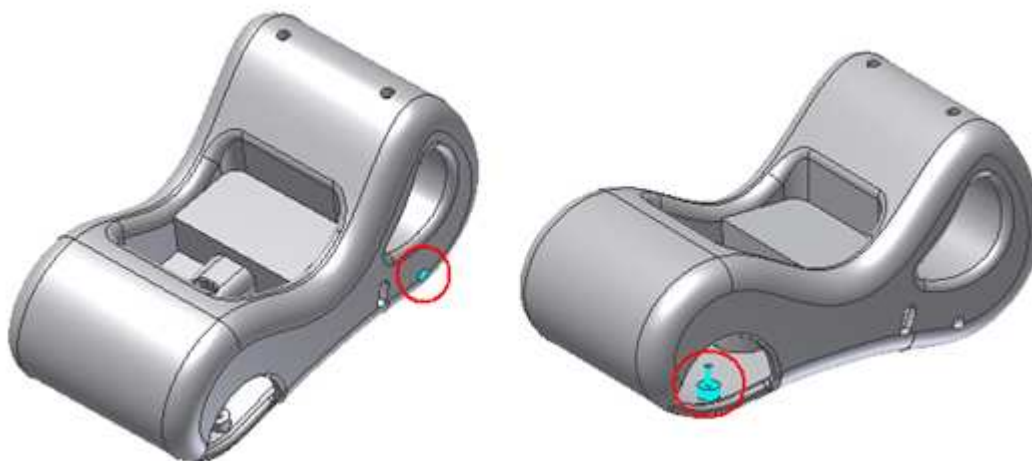
$$F = m \cdot g = 20 \cdot 9,81 = \underline{\underline{196,2 \text{ N} \doteq 200 \text{ N}}} \quad (5.6)$$

⇒ m . . . hmotnost [kg]

Typ zatížení	Síla
Vektor X	0,000 N
Vektor Y	0,000 N
Vektor Z	-200,000 N



Obr. 80 Směr zatížení sedátka



Obr. 81 Pevné vazby

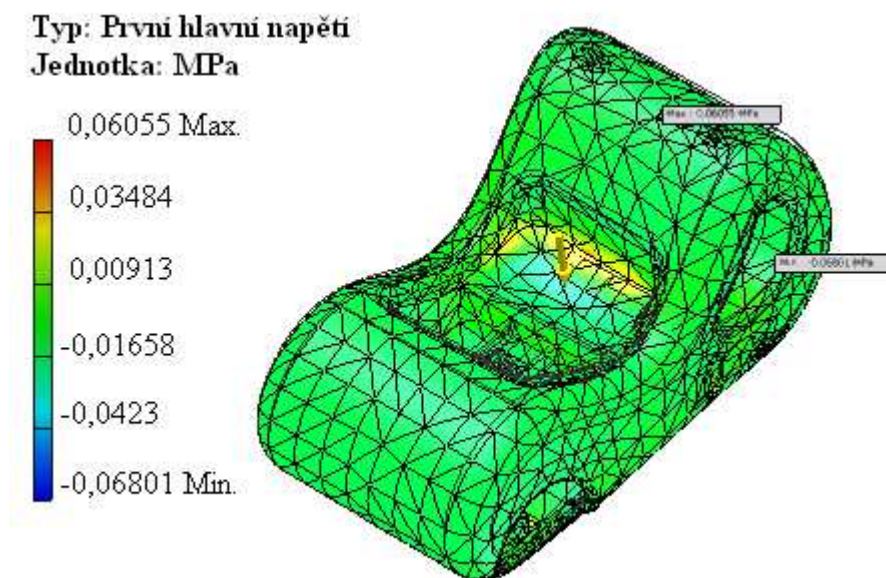
Data materiálu:

Na tuto analýzu se vztahují následující předpoklady chování:

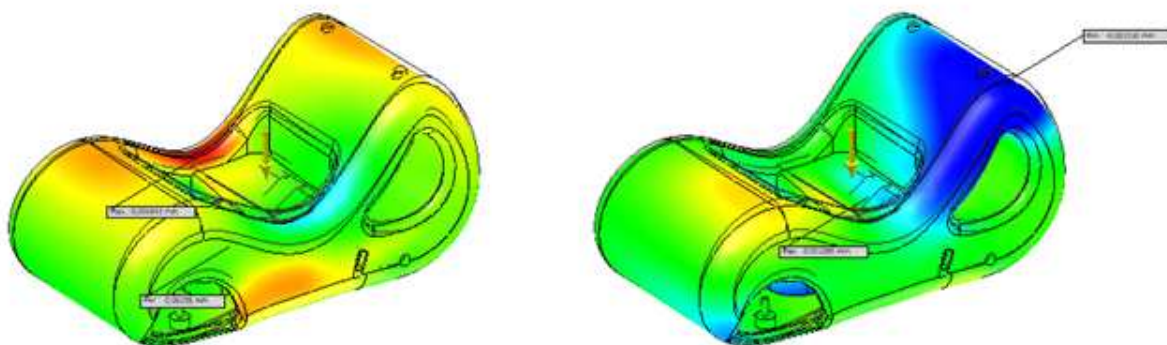
- Lineární - tlak je přímo úměrný napětí.
- Konstantní - všechny vlastnosti jsou nezávislé na teplotě.
- Homogenní - vlastnosti se nemění v rámci objemu součásti.
- Izotropní - vlastnosti materiálu jsou identické ve všech směrech.

Tab. 8 Vlastnosti zvoleného materiálu

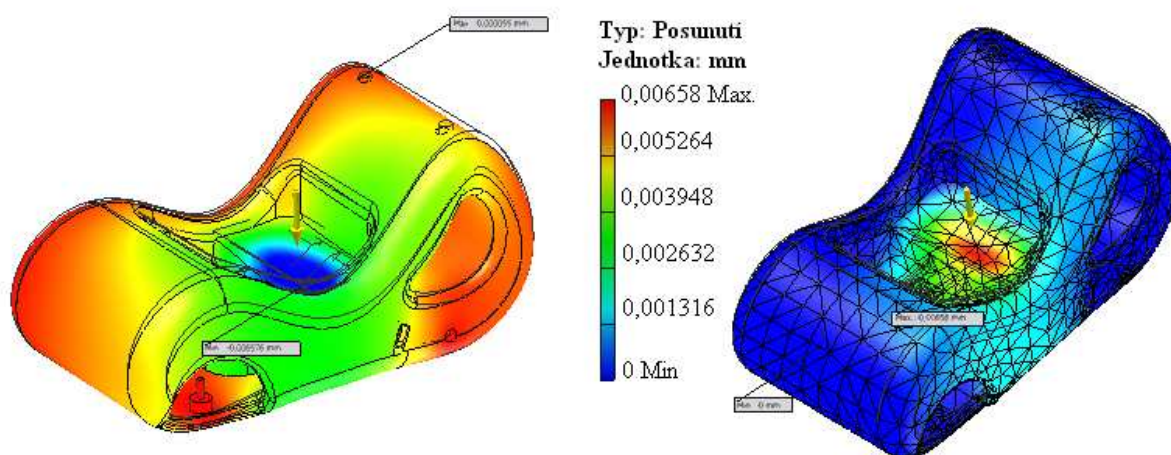
Název	Plast ABS	
Obecné	Měrná hmotnost	1,06 g/cm ³
	Mez kluzu v tahu	40,33 MPa
	Mez pevnosti v tahu	40 MPa
Napětí	Youngův modul	2,89 GPa
	Poissonova konstanta	0,38 ul
	Modul pružnosti	1,0471 GPa
Tepelné napětí	Koeficient roztažnosti	0,0000857 ul/c
	Tepelná vodivost	0,299 W/(m K)
	Měrné teplo	1500 J/(kg c)
Názvy součástí	ghjtzhrthzt.ipt	



Obr. 82 První hlavní napětí



Obr. 83 Posunutí ve směru osy X a Y



Obr. 84 Posunutí ve směru osy Z a celkové posunutí

V následující tabulce jsou uvedeny všechny strukturované výsledky vygenerované analýzou:

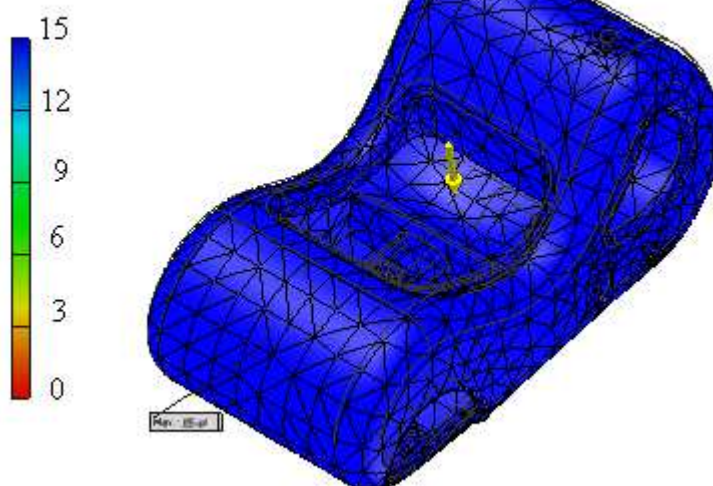
Tab. 9 Reakční síla a moment na vazbách

Název vazby	Reakční síla		Reakční moment	
	Velikost	Komponenta (X,Y,Z)	Velikost	Komponenta (X,Y,Z)
Pevná vazba:1	10,8197 N	4,6196 N	0,37603 N m	0,318949 N m
		5,96819 N		-0,1905 N m
		7,75276 N		0,058133 N m
Pevná vazba:2	5,87365 N	2,41965 N	0,265596 N m	-0,236293 N m
		-5,29703 N		-0,0994523 N m
		0,765862 N		0,0694011 N m
Pevná vazba:3	140,739 N	-8,20663 N	23,0094 N m	0,427098 N m
		23,742 N		-21,3498 N m
		138,479 N		8,56955 N m
Pevná vazba:4	58,3635 N	1,16139 N	0,251817 N m	-0,218363 N m
		-24,4085 N		-0,125414 N m
		53,0017 N		-0,00102016 N m

Tab. 10 Souhrn výsledků

Název	Minimální	Maximální
Napětí Von Mises	0,0000000752132 MPa	0,272504 MPa
První hlavní napětí	-0,0680115 MPa	0,0605549 MPa
Třetí hlavní napětí	-0,35835 MPa	0,0238629 MPa
Posunutí	0 mm	0,00657953 mm
Součinitel bezpečnosti	15 ul	15 ul
Napětí XX	-0,159409 MPa	0,0394307 MPa
Napětí XY	-0,119192 MPa	0,0985739 MPa
Napětí XZ	-0,0569064 MPa	0,0306657 MPa
Napětí YY	-0,248708 MPa	0,0447221 MPa
Napětí YZ	-0,0201132 MPa	0,0984251 MPa
Napětí ZZ	-0,133008 MPa	0,0529457 MPa
Posunutí X	-0,00155043 mm	0,000843021 mm
Posunutí Y	-0,00151646 mm	0,00108486 mm
Posunutí Z	-0,00657626 mm	0,0000554127 mm
Ekvivalentní napětí (vnitřní)	0,0000000000257156 ul	0,0000892366 ul
První hlavní napětí (vnitřní)	0,00000000000395937 ul	0,0000402224 ul
Třetí hlavní napětí (vnitřní)	-0,000100836 ul	-0,0000000000249435 ul
Napětí XX (vnitřní)	-0,0000285122 ul	0,0000112252 ul
Napětí XY (vnitřní)	-0,0000569153 ul	0,0000470699 ul
Napětí XZ (vnitřní)	-0,0000271733 ul	0,0000146431 ul
Napětí YY (vnitřní)	-0,0000484812 ul	0,0000108609 ul
Napětí YZ (vnitřní)	-0,00000960423 ul	0,0000469988 ul
Napětí ZZ (vnitřní)	-0,0000158555 ul	0,0000161638 ul

Typ: Součinitel bezpečnosti
Jednotka: ul

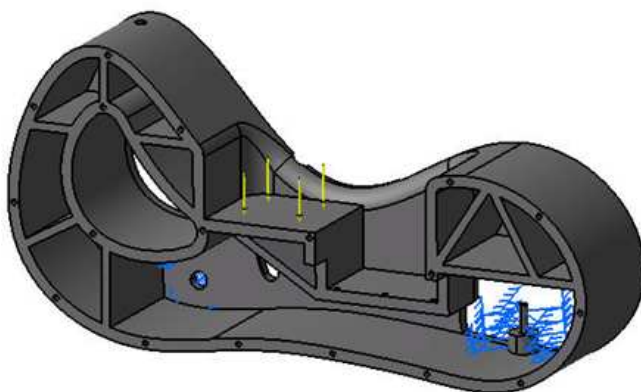


Obr. 85 Součinitel bezpečnosti

Byl vypočten součinitel bezpečnosti pomocí teorie selhání maximálního ekvivalentního napětí pro ohebné materiály. Limit napětí byl zadán mezí v kluzu pro daný materiál.

5.6 Výpočet levé skořepiny

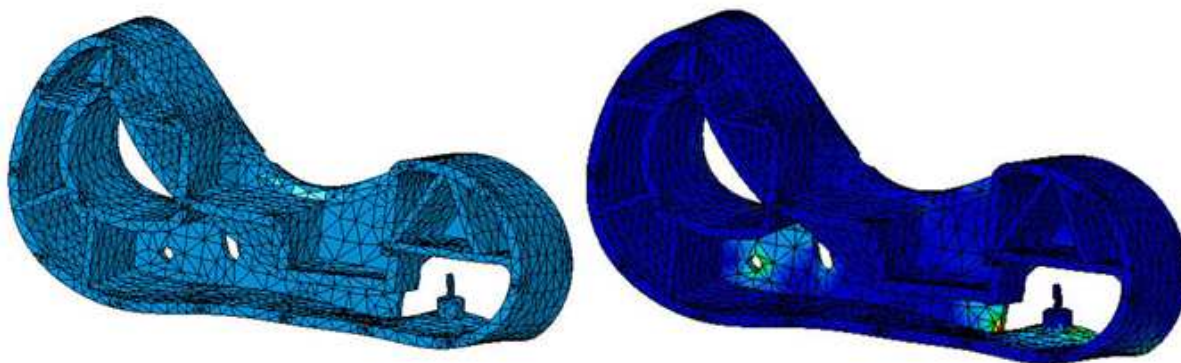
Následně jsem provedla výpočet zatížení jen levé skořepiny bez postranního a středového dílu. Pro tuto simulaci jsem použila statickou analýzu programu Catia a zadala naprosto shodné parametry pro volbu materiálu, pevných vazeb a sílu zatížení sedátka jako u předchozího výpočtu zatížení těla vozítka.



Obr. 86 Volba zatížení a pevných vazeb

Program Dassault systemes vygeneroval následující výsledky:

Components	Applied Forces	Reactions	Residual	Relative Magnitude Error
Fx (N)	-3.2855e-009	3.3434e-009	5.7844e-011	2.3509e-012
Fy (N)	-1.3382e-009	1.3813e-009	4.3088e-011	1.7512e-012
Fz (N)	-1.5000e+002	1.5000e+002	1.0689e-010	4.3444e-012
Mx (Nxm)	-3.2982e+001	3.2982e+001	8.5052e-012	4.1456e-013
My (Nxm)	7.2026e+001	-7.2026e+001	-8.4441e-011	4.1158e-012
Mz (Nxm)	6.2230e-010	-6.2567e-010	-3.3750e-012	1.6450e-013



Obr. 87 Souhrn výsledků

5.7 Závěrečné shrnutí výpočtů

V předešlých výpočtech jsem se zabývala silou odporů valení při jízdě, silou působící tlak v kloubové hlavě, životností kloubové hlavy, brzdovým systémem a také simulacemi zatížení těla čtyřkolky a částí její skořepiny.

Pro některé z výpočtů jsem použila počítačové software. K výpočtu životnosti kloubové hlavy to byl program igubal® Expert, k simulaci zatížení těla vozítka Autodesk Inventor Professional a jeho technologie ANSYS. Zatížení levé skořepiny jsem simulovala v Catii, kde mi výsledky zpracoval systém Dassault Systemes.

Výsledek výpočtu síly odporů, po dosazení vstupních parametrů, vyšel poměrně rozumně. Síla, působící tlak v kloubové hlavě, je také velmi uspokojivá v porovnání s hodnotou maximálního radiálního zatížení, které udává výrobce.

Kloubová hlava je nejslabším článkem konstrukce, proto jsem se zaměřila na její životnost. Zadávací parametry pro maximální provozní teplotu, denní provozní dobu a provozní procento jsem nadsadila. I přes to vyšla životnost počítané součásti větší než 10 miliónů cyklů.

Dále jsem provedla výpočet brzdového systému, abych zjistila, za jak dlouho dokáže dítě zastavit čtyřkolku, když jede po rovině rychlostí 3 km/h. Předpokládá se výskyt stálého brzdného účinku až do úplného zastavení. Výsledná hodnota mi vyšla z poměru kinetické energie a brzdného momentu. Čas 4 s je velmi reálný.

Z výsledků simulací je patrné, že navržená varianta pevnostně vyhovuje. Namáhání skořepiny se nejvíce projeví v místech umístění pevných vazeb, což je pochopitelné. Veškerá posunutí jsou jen nepatrná v řádech tisícin.

6. VIZUALIZACE



Obr. 88 Čtyřkolka v programu Catia



Obr. 89 Rendr čtyřkolky v programu Inventor

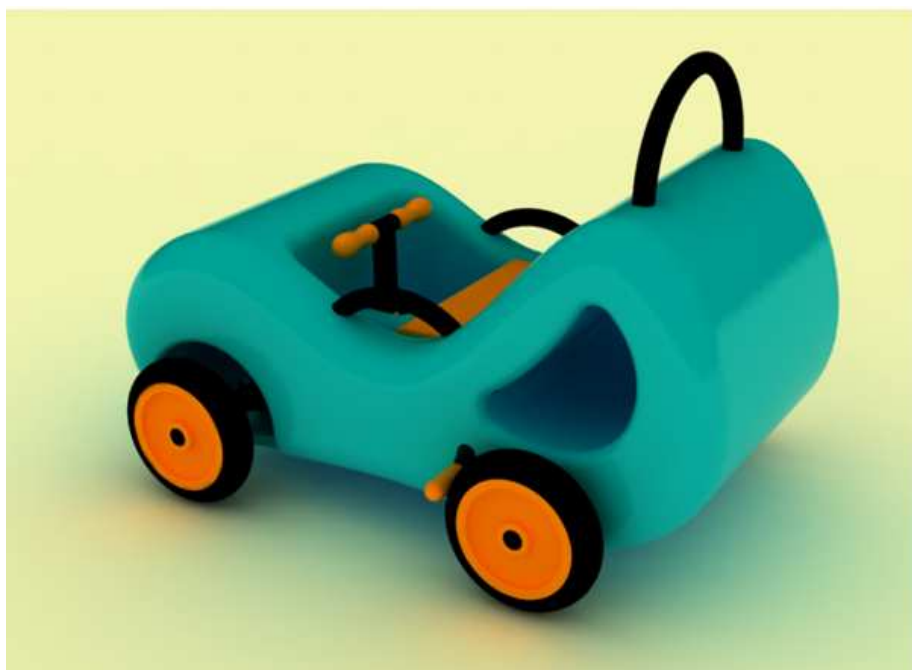
7. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout variantní řešení vozítka pro handicapované děti. Vozítko je určeno pro děti s postižením dolních končetin, proto musí být řízeno a poháněno pomocí rukou.



Obr. 90 Barevný dekor čtyřkolek

Při návrhu jsem se snažila zaměřit nejen na funkčnost a pohodlí, ale především na samotný vzhled. Lze konstatovat, že navržená varianta řešení splňuje zadané parametry a myslím si, že se mi podařilo opravdu netradiční pojetí. Zejména řešení dekoru je neobvyklé.



Obr. 91 Rendr v programu Rhinoceros modulem V-ray

8. POUŽITÉ MATERIÁLY

- internet

- [1] *Statutární město Olomouc, Osoby se zdravotním postižením, Magistrát města Olomouce* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.olomouc.eu/> >
- [2] *Babysport.cz, Letní sporty* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://babysport.cz/> >
- [3] *BABYvěci, Tříkolky, odrážedla, Michal a Pavla Velichovi* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.babyveci.cz/> >
- [4] *MOJE-MIMINKO, Hračky, Martina Holíková* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.moje-miminko.mimishop.cz/> >
- [5] *Mimibazar.cz* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.mimibazar.cz/> >
- [6] *Prckove.cz, Odrážedla, tříkolky* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.prckove.cz/> >
- [7] *Terulka.cz, Tříkolky a traktůrky* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.terulka.cz/> >
- [8] *Ostrov pokladů, Dětská vozítka* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.ostrovpokladu.cz/> >
- [9] *Dětská vozítka, syo T, Lenka Svítková* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.detska-vozitka.cz/> >
- [10] *Míša, Retro* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.zmrzlina-misa.cz/> >
- [11] *Ambike no limits, Cykloedeník, Daniel Danielčák* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.ambike.com/> >
- [12] *Malý řidič.cz* [online]. Datum publikování 3.2.2010 < URL <http://www.malyridic.cz/> >
- [13] *Design portal, Články* [online]. Datum publikování 2.3.2010 < URL <http://www.designportal.cz/> >
- [14] *Učební pomůcky, Mateřské školy* [online]. Datum publikování 2.3.2010 < URL <http://www.ucebnipomucky.net/> >
- [15] *AmkoToys, Vozidlá pre deti, Mgr.Ľubica Solárová* [online]. Datum publikování 2.3.2010 < URL <http://www.amkotoys.eu/> >
- [16] *www.Hand-Bikes.com, The Handcycle SUPER Store* [online]. Datum publikování 4.2.2010 < URL <http://www.hand-bikes.com/> >
- [17] *Schmicking, Sport* [online]. Datum publikování 4.2.2010 < URL <http://www.schmicking.com/> >

- [18] *Invanet* [online]. Datum publikování 4.2.2010 < URL <http://www.invanet.org/> >
- [19] *Medicco* [online]. Datum publikování 4.2.2010 < URL <http://www.medicco.cz/> >
- [20] *Cems* [online]. Datum publikování 4.2.2010 < URL <http://www.cems.org/> >
- [21] *ComfortBikes.ch* [online]. Datum publikování 4.2.2010
< URL <http://www.comfortbikes.ch/> >
- [22] *Spedybikes.co.uk* [online]. Datum publikování 4.2.2010
< URL <http://www.speedybikes.co.uk/> >
- [23] *AbleData* [online]. Datum publikování 4.2.2010 < URL <http://www.abledata.com/> >
- [24] *Rochdale Cycling Club* [online]. Datum publikování 4.2.2010
< URL <http://www.rochdalecyclingclub.org.uk/> >
- [25] *GobizCOREA.COM* [online]. Datum publikování 4.2.2010
< URL <http://www.gobizkorea.com/> >
- [26] *Bike-on.com* [online]. Datum publikování 4.2.2010 < URL <http://www.bike-on.com/> >
- [27] *Bicycle design* [online]. Datum publikování 4.2.2010
< URL <http://www.bicycledesign.blogspot.com/> >
- [28] *RV atelier, Dětské tapety, René Voščinár* [online]. Datum publikování 22.2.2010
< URL <http://www.rv-atelier.cz/> >
- [29] *HENNLICH, Kluzná pouzdra a vedení* [online]. Datum publikování 18.3.2010
< URL <http://www.hennlich.cz/> >
- [30] *Blickle, Katalogové listy* [online]. Datum publikování 1.4.2010
< URL <http://www.blickle.cz/> >

- literatura

- [31] MICHALIČKOVÁ, J. *Vademecum medici*. OSVETA, 1974. 30108-1438/I-OR-1972
- [32] MORAVEC, V. *Mechanické a hydraulické převody*. Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1057-7
- [33] DEJL, Z. *Konstrukce strojů a zařízení I*. Montanex, 2000. ISBN 80-7225-018-3
- [34] LEINVEBER, J. VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Albra, 2003. ISBN 80-86490-74-2